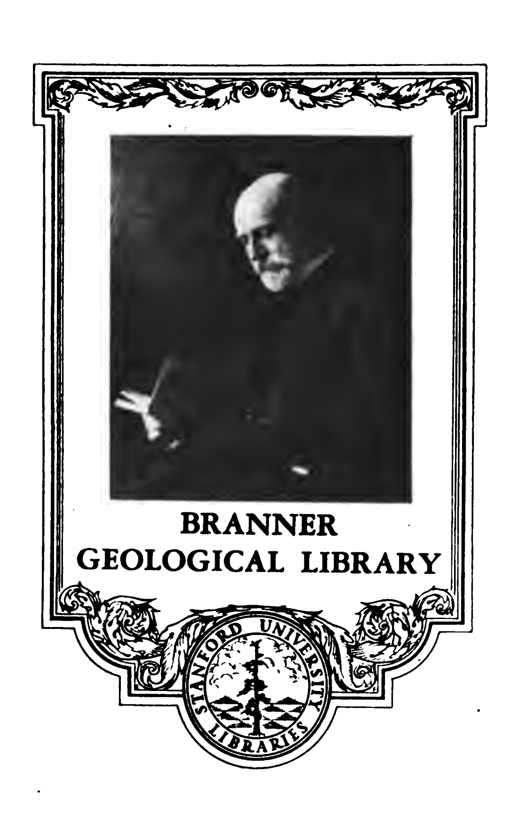
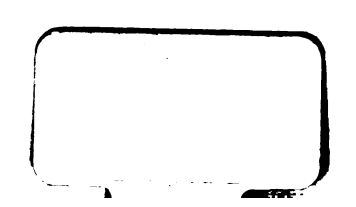

BRANNER
GEOLOGICAL LIBRARY
STANFORD UNIVERSITY
LIBRARIES



Cat.

J. C. Branner

BEITRAG ZUR KENNTNISS DER KIESELSCHIEFER, ADINOLEN UND WETZSCHIEFER DES NORDWESTLICHEN OBERHARZES.

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER PHILOSOPHISCHEN DOCTORWÜRDE

VORGELEGT DER

HOHEN PHILOSOPHISCHEN FACULTÄT

DER

UNIVERSITÄT LEIPZIG

VON

FRANZ WUNDERLICH

AUS SCHÖNINGEN IN BRAUNSCHWEIG.

(Abdruck aus den Mittheilungen des *„Berg- und Hüttenmännischen Vereins Maja“* zu Clausthal, Neue Folge, Heft II.)

LEIPZIG,

DRUCK VON METZGER & WITTIG.

1880.

W7

SEINEM HOCHVEREHRTEN LEHRER

HERRN

BERGRATH Dr. v. GRODDECK.

Zu beiden Seiten des bekannten Oberharzer Diabaszuges befinden sich, innig mit Kiesel- und Wetzschiefern vergesellschaftet, massenhaft höchst interessante Sedimente, zu denen auch die bereits von HAUSMANN[1] als Adinole beschriebenen Gesteine zu rechnen sind. Ihnen Aehnliches oder doch sehr Vergleichenswerthes findet sich unter den durch v. DECHEN, LOSSEN, KAYSER, KOCH, WÜRTEMBERGER[2] etc. als *Adinole* resp. *Adinolschiefer* erwähnten oder geschilderten Gesteinen Westfalens, Hessens, Nassaus und des Ostharzes.

Jene Gesteine spielen im nordwestlichen Oberharz eine wesentliche Rolle, können dort in reinster, schönster Form und an vielen Stellen anstehend gefunden werden, haben zudem dadurch eine erhöhte Bedeutung erlangt, dass sie durch v. GRODDECK[3] herangezogen worden sind, um das geognostische Alter der südöstlich vom Diabaszug zwischen diesem und dem Bruchbergquarcit belegenen, sehr versteinerungsarmen Schichten festzustellen. Es schienen mir somit hinreichende Gründe vorhanden, jene *Adinolen* des nord-

---

[1] Bildung des Harzgebirges pag. 79.

[2] v. DECHEN, Verhandlungen des naturw. V. d. pr. Rh. u. W. VII, 1850 pag. 186. — C. KOCH, Jahrb. d. V. für Naturk. im Hztgth. Nassau 1860, Heft 15 pag. 237. — G. WÜRTEMBERGER, Neues Jahrb. f. M., G. u. P. 1865, Bd. 36. pag. 530. — C. LOSSEN, Ztsch. d. dtsch. geol. Gs. Bd. XIX, pag. 572, 692, 693; Bd. XXI, pag. 290, 291, Bd. XXIV, pag. 738, 739, KAYSER, ibidem Bd. XXII, pag. 138 ff.

[3] Ztsch. d. dtsch. geol. Gs. Bd. XXIX, 431 ff.

westlichen Oberharzes und im Zusammenhang damit auch die s begleitenden *Kieselschiefer* und *Wetzschiefer* einer näheren Unte suchung zu unterwerfen.

Der erste Anlass zu nachfolgender Arbeit wurde mir durc Herrn Bergrath Dr. v. GRODDECK und sage ich hiermit ihm, sow Herrn Professor Dr. HAMPE, meinen hochverehrten Lehrern de aufrichtigsten Dank für das auch bei dieser Gelegenheit in so mannig-facher Hinsicht mir bewiesene Wohlwollen und für den vielfache freundlichen Rath, welcher mir die Erledigung der gestellten Au-gabe wesentlich erleichterte.

Die Kieselschiefer werden als sehr kohlenstoffreiche kryptokry-stallinische Quarze, die Wetzschiefer als quarzreiche Thonschiefe aufgefasst, die Adinolen der Hälleflinta zugestellt, mithin ebenso, wi die Kieselschiefer als stark quarcitische, äusserlich flintähnliche Ding angesehen. Der Ausdruck Adinole findet sich zuerst bei BEUDANT, welcher damit die durch BERTHIER analysirte, lebhaft gefärbte Hälle-flinte von Salberg in Schweden bezeichnete. Das mit ἀδήν zusammen-hängende ἀδινός heisst reichlich, dichtgedrängt und somit wählte BEUDANT jenen Ausdruck vermuthlich desshalb, weil dem fraglichen Gestein die Eigenthümlichkeit zukommt, sich bereits auf unbedeu-tende Mächtigkeit hin aus mehr oder weniger verschieden, in der Regel aber lebhaft und schön gefärbten Schichten zusammenzusetzen und so den Eindruck eines reichlichen Farbenwechsels hervorzurufen. In der gewöhnlichen Sprache bezeichnet man derartige Gesteine auch wohl als Bandjaspis, ein bekanntlich gleichfalls in die Literatur über-gegangener Ausdruck. — Während nun BEUDANT unter den Be-zeichnungen Hälleflinta und Adinole anscheinend dasselbe verstanden wissen wollte, hat die neuere Literatur den Begriff Adinole erweitert, zudem derartige Gesteine, sofern sie dünnschiefriger auftreten als Adinolschiefer[2] benannt. Da dem genannten französischen Forscher immerhin nur unzureichende Untersuchungen und wenig Analysen zu Gebote standen, so wäre es vor Allem von Interesse, durch weitere

---

[1] Traité de Minéralogie. Paris 1824, II, 126.

[2] Dieser Ausdruck wurde zuerst von SANDBERGER angewendet: Jahrb. d. Nass. V. f. Naturkunde 1856, 518. Indess ist es fraglich, ob diese Dünn-

genaue chemische und mikroskopische Beobachtungen die Zusammengehörigkeit der schwedischen Hälleflinta mit dem zu erweisen, was man neuerdings als echte Adinole bezeichnet, wohin nach HAUSMANN also unter Anderem das am Lerbacher Hüttenteich sich findende Sediment zu rechnen sein dürfte. Es würde sich damit ohne Weiteres ergeben, ob HAUSMANNS Uebertragung des Begriffs Adinole auf die fraglichen Harzer Schichten auch eine nach allen Richtungen gerechtfertigte war. En häll bezeichnet im Allgemeinen eine Platte, hauptsächlich eine Steinplatte, en flinta einen Feuerstein, Kieselstein, so dass sich hälleflinta etwa als plattenförmig abgesondertes Kieselgestein verdeutschen liesse, eine Bedeutung, welche direct auch auf die Adinole übertragbar ist. Nach der Definition, welche CREDNER (Elemente der Geologie, 4. Auflage pag. 104) mit Zugrundelegung der bereits über den fraglichen Gegenstand vorliegenden Untersuchungen giebt, ist die Adinole eine besondere Species der Hälleflinta, namentlich natriumreicher, als die letztere und desshalb auch leichter schmelzbar. Dem gegenüber möge hier erwähnt sein, dass im Oberharz unzweifelhafte Adinolen, wenn auch stets mit höherem Natron- als Kali-Gehalt, so doch in Summa mit relativ geringem Alkaligehalt anzutreffen sind und dass ferner das allerdings nur skizzenhafte mikroskopische Bild, welches Zirkel von der schwedischen Hälleflinta[1] entwirft, mit dem der Oberharzer Adinole schon desshalb nicht die nöthigen Vergleichungspunkte bietet, weil jene keine isotrope Basis besitzt, was bei letzterer, ebenso wie bei den Kieselschiefern und Wetzschiefern, stets der Fall ist. Weitere Forschungen würden höchst wahrscheinlich grössere Analogie auch in der Mikrostructur der Hälleflinten und Adinolen ergeben. Beiläufig erwähnt treten, was die Makrostructur anlangt, nach TÖRNEBOHM (Neues Jahrb. f. Min. Geol. u. Pal. 1874 pag. 140 ff.) in Schweden die eigentlich gebänderten, deutlich geschichteten Hälleflintarten den anders struirten Hälleflinten gegenüber verhältnissmässig untergeordnet auf, während im nordwestlichen Oberharz die Adinole wohl nur selten angetroffen wird, ohne eine deutliche, ausgesprochene Schichtung zu zeigen.

---

schiefrigkeit nicht auch vielfach eine mindere Härte im Gefolge hat, ob man somit solche „Adinolschiefer" in manchen Fällen nicht zweckmässiger in die Kategorie der Wetzschiefer stellt.

[1] Mikrosk. Beschaffenheit der Gesteine u. Mineralien pag. 340.

Beudant gab seiner Adinole, also der schwedischen Hälleflinta, gestützt auf die Berthier'sche Analyse die Formel $\overset{\cdots}{\text{Al}}\,\overset{\cdot\cdot}{\text{Si}}^6 + \dot{\text{Na}}\,\overset{\cdot\cdot}{\text{Si}}$, fasste sie als einen mit Kieselsäure (Quarz) gemengten Albit, nach älterer dualistischer Anschauung als

$$\{ Al_2O_3 . (SiO_3)_3 . NaO . \dot{S}iO_3 + 3\,SiO_3 \}$$

auf und ertheilte ihr neben dem Ausdruck Adinole die Synonyma: Petrosilex agatoïde, Feldspath compacte. Letzteres eben desshalb, weil in dem dichten felsitartigen Material krystallinische Ausscheidungen, also vornehmlich Feldspathkrystalle nicht oder nur höchst selten, Quarzkryställchen dagegen und Quarzschnüre häufiger makroskopisch wahrgenommen werden konnten. Beudant also sah die Adinole als ein dichtes Gemenge von (amorphem) Albit mit Quarz an, eine Anschauung, der man auch späterhin im Wesentlichen gefolgt ist, die aber für die vollständige Deutung derartiger Gesteine nicht ausreicht, wie das namentlich Lossen in seinen reichhaltigen Arbeiten über die Adinole gezeigt hat.

Während übrigens die Hälleflinta Schottlands und Scandinaviens mit Urgneissen wechsellagert, sich in archäischen Formationen findet, kommt das neuerdings als Adinole resp. Adinolschiefer Bezeichnete anscheinend nur paläozoisch vor, scheint sich sogar auf Devon und unteres Carbon zu beschränken. Dieser Umstand braucht jedoch durchaus nicht auf eine petrographische Verschiedenheit dieser Gesteine hinzudeuten; vielleicht bezeichnet man diesen Falls ganz das nämliche Gestein, wenn es azoisch sich findet, als Hälleflinta, wenn es paläozoisch vorkommt, als Adinole.

In der nachfolgenden Arbeit sind nun weitere Vergleiche der im Titel genannten Harzer Gesteine mit ähnlichen Gesteinen aus anderen Localitäten unterdrückt und nur die ersteren, soweit es anging, hinsichtlich ihres Vorkommens, ihrer wichtigsten physikalischen Eigenschaften, ihrer chemischen und mikroskopischen Zusammensetzung beschrieben worden. Zu dem Ende wurde folgender Gang eingeschlagen:

I. Allgemeine Lagerungsverhältnisse der Oberharzer Adinole, sowie der mit ihr vergesellschafteten Kieselschiefer und Wetzschiefer,

II. Chemische und physikalische Eigenschaften der genannten Gesteine.

I. Allgemeine Lagerungsverhältnisse der Oberharzer Adinole, sowie der mit ihr vergesellschafteten Kiesel- und Wetzschiefer.

Unsere Kenntniss über die Geognosie speciell des nordwestlichen Oberharzes, ist in neuerer Zeit, namentlich durch v. GRODDECK, wesentlich gefördert worden und ist mit Bezugnahme auf die betreffenden Publicationen [1] eigentlich Neues über die allgemeinen Lagerungsverhältnisse genannter Sedimente wohl kaum anzuführen.

Das den Sitz des Oberharzer Bergbaues zum Theil sehr ergiebige Erzgänge führende Gebiet erscheint bei einer Länge von ca. 15 km (Richtung Ost-West) und einer Breite von 7,5 km (Richtung Süd-Nord) im Norden durch die grosse Devonparthie zwischen Oker und Innerste, im Osten durch den Brockengranit und Bruchbergquarcit, im Süden und Westen durch Zechsteinrandgesteine, insbesondere Zechsteindolomit, sowie durch die alluvialen Sösegerölle begrenzt. Zum bedeutendsten Theil bestehend aus Sedimenten des Culm (Grauwacke, Thonschiefer, relativ spärlicher Kieselschiefer, Adinole, Wetzschiefer) führt es im südöstlichen Theil und zwar von SW nach NO verlaufend den bekannten Oberharzer Diabaszug, [2] der bei einem Generalstreichen von hora 5 sich vom kleinen Sonnenkopf und Lattenbusch bei Osterode bis zum Polsterthaler Teiche verfolgen lässt und anfänglich, wenn auch nur auf kurze Längenerstreckung hin, zwei analog zusammengesetzte Züge bildet, deren kürzerer bis zum Schönenberg bei Lerbach wahrzunehmen ist. Beide Züge bestehen je aus einer innern verhältnissmässig mächtigen Blattersteinzone, an welche sich beiderseits ein schmales Band körnigen Diabases lehnt. Jede dieser Zonen wechsellagert ihrerseits mit Versteinerungen führenden devonischen Schiefern, sodass sich die Zeit des Oberflächenergusses — als solche erweisen sich ihren stratigraphischen Verhältnissen nach die sämmtlichen Diabasvorkommen des Oberharzes — genau feststellen lässt. Die innere Blattersteinzone

---

[1] Abriss der Geogn. des Harzes 1871, pag. 95 ff; Ztsch. d. dtsch. geol. Ges. Bd. XVIII, 696. 697, Bd. XXIV, 613, Bd. XXVIII, 361 ff., Bd. XXIX, 430, 431.

[2] v. GRODDECK Ztsch. d. dtsch. geol. Ges. Bd. XXVIII, 361 ff.

ist älter, mitteldevonisch; die äusseren schmalen Zonen körniger Diabases sind jünger, oberdevonisch.

Zu beiden Seiten dieses Zuges finden sich, zum Theil durch kieselige Contactgesteine davon getrennt, die erwähnten Sedimente des Culm. — Jenseits des Polsterthaler Teiches setzt, entgegengesetzt einer älteren durch F. A. Römer begründeten Anschauung, der Diabaszug nicht mehr continuirlich durch, jedoch ist bei den vereinzelten, zum Theil recht unbedeutenden Lagern körnigen Diabases, welche man bis nach Harzburg hin verfolgen kann, eine gewisse regelmässige Beziehung zu dem Hauptdiabaszug unverkennbar. Sie hängen höchst wahrscheinlich in der Tiefe mit diesem zusammen und sind nur die sie bedeckenden Culmgrauwacken u. s. w. auf grosse Erstreckung hin in unvollkommenerer Weise durch Verwitterung und Erosion entfernt, als dieses beim übrigen Haupttheil des Diabaszuges der Fall ist.

Mit Ausnahme des oberdevonischen, speciell den Goniatitenkalken angehörenden Iberger und Winterberger Korallenstocks, der seinerseits ebenfalls namentlich nach NW und NO zu von einer schmalen Zone quarcitischen Gesteins umsäumt wird, die v. Groddeck bereits dem Culm zurechnet und als Aequivalent des Culm-Kieselschiefers auffasst, gehören die nordwestlich vom Diabaszug belegenen Schichten mit Gewissheit, die südöstlich daran grenzenden bis zum Bruchbergquarcit hin [1] höchst wahrscheinlich den verschiedenen Gliedern des Culm an. Während nämlich das Gebiet nordwestlich vom Diabaszug versteinerungsreich ist und hier daher das Alter des Culm an der Hand von Petrefacten mit Leichtigkeit zu constatiren war, sind die Schichten südöstlich vom Diabas im Allgemeinen versteinerungsleer, sodass v. Groddeck hier durch andere Gründe das geognostische Alter festzustellen gesucht hat. Andere Autoren, zumal C. Lossen, [2] rechneten diese letzteren Schichten bis vor Kurzem, [3] wo die v. Groddeck'sche Ansicht durch den Fund von Posidonomya Becheri im Hutthal eine unzweifelhafte Stütze fand, dem Silur zu. Letzterem Fund zufolge sind also auch die im Südosten an den Diabaszug herantretenden Sedimente wenigstens auf eine gewisse, noch nicht näher festgestellte Erstreckung hin dem Culm zuzustellen.

---

[1] v. Groddeck, Ztsch. d. dtsch. geol. Ges. Bd. XXIX, 429 ff.
[2] Ztsch. d. dtsch. geol. Ges. Bd. XX, 220, 221.
[3] Lossen, Ztsch. d. dtsch. geol. Ges. Bd. XXIX, 620.

Sämmtliche Sedimente des in Rede stehenden Gebietes sind, wahrscheinlich erst nach ihrer Verfestigung und unter Umständen, wie sie HEIM in seiner neuen Theorie über Faltenbildungen etc. entwickelt[1] einem Horizontalschub ausgesetzt gewesen, dessen Druckrichtung von SO nach NW verlief und der, zum Theil unterstützt durch die gleichfalls in Bewegung gesetzten mächtigen Massen des Brockengranits und Bruchbergquarcits,[2] zum Theil behindert durch die minder von der Bewegung ergriffene bedeutende Kalkmasse des Ibergs und Winterbergs in dem fraglichen Gebiet eine Bildung zahlreicher Sättel und Mulden herbeiführte. Die nicht nur qualitativ, sondern auch quantitativ sehr verschiedenen Massen des Brockengranits und Bruchbergquarcits verstärkten den gebirgsbildenden Horizontalschub in verschiedener Weise und beeinflussten somit auch den Verlauf der zur Ausgleichung der verschiedenen Spannungsverhältnisse in den gepressten Gesteinen erzeugten grossen Spalten. Letztere füllten sich, insoweit sie während jenes energischen Faltungsprocesses bereits gebildet waren, mit aus grösserer Tiefe hervordringenden, unter starkem Druck stehenden, überhitzten Mineralsolutionen etc., theilweise auch wohl mit Secretionsmaterial an, oder endlich, indem das Hangende sich längs der Risse senkte und das Nebengestein dabei chemisch wie mechanisch einem theilweisen Zersetzungs- und Zerstörungsprocess unterlag, mit Massen des Nebengesteins. Die dermassen ausgefüllten Spalten gaben das Fundament ab für den Oberharzer Gangbergbau. — Wahrscheinlich erfolgte die Ausfüllung der zum Theil bedeutenden Spalten zumeist schon wäh-

---

[1] HEIM, A. Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung u. s. w. Basel, Schwabe 1878.

[2] Beide Gesteine, von denen das erstere bekanntlich ein eruptives, das letztere ein deutlich geschichtetes ist, sind hier in ganz demselben Sinne als zunächst rein mechanisch wirkende Kraftmomente neben einander gestellt, wie das v. GRODDECK Ztsch. d. dtsch. geol. Ges. Bd. XXIX, 447 ausdrücklich betont, nur braucht vom Standpunkt der HEIM'schen Theorie aus durchaus nicht angenommen zu werden, dass das bezügliche Eruptiv zur Zeit der Gebirgsfaltung noch flüssig war. — Der Brockengranit ist übrigens nach Ablagerung des Culm, jedoch vor dem Zechstein, vielleicht zu einer Zeit ausgebrochen, wo an anderen Localitäten sich das productive Carbon ablagerte. Des Letzteren Ablagerung am Harz wurde möglicher Weise gerade durch die mit jener Graniteruption verbundenen Störungen erschwert. — Den Bruchbergquarcit stellt LOSSEN dem Unterdevon, speciell seinem Hauptquarcit zu. (Ztsch. d. dtsch. geol. Ges. Bd. XXIX, 620.)

rend der Periode jener vielerwähnten Faltung und Knickung d Schichten; möglicherweise aber wurde ein anderer Theil der Spalt erst allmählich mit Secretionsmaterial resp. mittelst späterer Eru tionen herbeigeschafftem Eruptivmaterial angefüllt. Solcher Spalte bildeten sich selbstredend auch im Laufe späterer Perioden imm neue, besonders nach Verfestigung der alten Spalten. — Spalte mussten reissen, so lange die Gesteinsschichten äussern Druckkräft unterworfen waren und zwar je nach der Grösse dieses Druckes i grösserem oder kleinerem Maasse.

Der Verlauf der Gangspalten und das durchschnittlich südlich Einfallen der Oberharzer Gänge lassen sich an der Hand jener pre send wirkenden, durch den Brockengranit resp. Bruchbergquarci ungleich gemachten Kraftmomente unschwer erklären.[1] Das Streiche der in dieser Weise besonders in der Nähe des Bruchbergquarcit und Brockengranits stark zusammengefalteten Sedimente schwank im Allgemeinen zwischen hora 2—6 des bergmännischen Compasse Das Fallen wechselt sehr, ist bald ein steileres, bald ein flache und zwar naturgemäss in der Nähe jener beiden, für die strati graphischen Verhältnisse des nordwestlichen Oberharzes so wichtigen Factoren ein steileres (60—70°), weiter nach NW hin ein flacheres (5—40°). In der Regel ist es nach SO resp. S, nur selten nach NW gerichtet, woraus erhellt, dass die vielfachen Mulden und Sättel zumeist parallel einfallende Flügel besitzen, ein Umstand, welcher die richtige Deutung der Lagerung und Mächtigkeit unseres Schichtencomplexes vielfach erschwerte. — Die Oberflächenergüsse des Diabases dauerten bis in den Culm hinein; sie regten im Verein mit den bei ihrer Eruption empordringenden heissen Quellen in den angrenzenden Gesteinen wohl mannigfache Contactwirkungen[2] und Metamorphosen an, vermochten aber, ihrer relativ geringen Masse und auch der verhältnissmässig geringen Energie wegen, mit welcher sie im Vergleich zu den später wirksamen Kräften erfolgten, an dem architektonischen Aufbau der Culmsedimente nur wenig zu ändern. Letztere setzten sich zu jener Zeit aus im Wesentlichen noch horizontal liegenden Schichten zusammen; die zu Tage getretenen Diabasmassen hatten demnach den Charakter ziemlich flacher Decken,

[1] v. Groddeck, Ztsch. d. dtsch. geol. Gs. Bd. XXIX, 445.

[2] Diese Contactgesteine haben im nordwestlichen Oberharz meist den Character verhärteter Thonschiefer. Spilosite, Desmosite und hälleflintartige Dinge trifft man wohl kaum darunter an.

welche — späterhin durch andere, jüngere Culmsedimente überlagert und so zu sagen zwischen reine Sedimente eingeklemmt — bei dem das Harzgebirge erzeugenden Faltungsprocess durch den starken „Gebirgsdruck" ebenfalls in gewissem Grade plastisch gemacht wurden und ganz ähnliche Knickungen und Biegungen vollführten, wie jene.

Der Kalkstock des Ibergs und Winterbergs hingegen erwies sich, wie aus dem Verhalten der angrenzenden Sedimente erhellt,[1] jenen Horizontalkräften gegenüber als ein relativ weniger plastisches Material. In Folge dessen wurden die plastischeren Thonschiefer und Grauwacken, soweit es durch den ausgeübten Druck und die Möglichkeit einer Ausweichung nach Oben hin bedingt war, einfach über ihn hinweggeschoben. Offenbar waren hierbei, bedingt eben durch den Widerstand der spröderen Kalkmasse, in den denselben nahe belegenen Gesteinsschichten zu dem allgemeinen gebirgsbildenden Druck noch andere locale Spannungsverhältnisse hinzugetreten. Die in der Nähe des Korallenstocks gerissenen Spalten mussten somit in ihrem Verlaufe wieder ein entsprechendes Abhängigkeitsverhältniss zeigen. Dieses bestätigt sich denn auch, wie ein Blick auf das an den Iberg und Winterberg südlich, östlich und westlich herantretende Oberharzer Ganggebiet lehrt.

Während Lossen früher unsern Diabaszug als eine in Folge des erwähnten Drucks herbeigeführte Ueberkippung auffasste, sieht ihn v. Groddeck[2] als devonischen Luftsattel an, der auf seine erste Erstreckung hin, also zwischen Osterode und Lerbach durch Erosion an zwei Stellen entsprechend den beiden parallel verlaufenden Zügen blossgelegt ist.

Unzweifelhaft devonische Schichten sind in dem Gebiet zwischen Diabaszug und Bruchberg bislang noch nicht nachgewiesen, so dass möglicher Weise der Culm über Tage direct gegen den unterdevonischen Bruchbergquarcit absetzt und die mittel- sowie oberdevonischen Parthien sich in grösserer oder geringerer Tiefe nach dem Bruchberg zu auskeilen, oder aber, wie das aus den v. Groddeck'schen Aufnahmen auch gefolgert werden könnte,[3] in nächster Nähe

[1] v. Groddeck, Ztsch. d. dtsch. geol. Gs. Bd. XXIX, 446.
[2] v. Groddeck, Ztsch. d. dtsch. geol. Gs. Bd. XXVIII, 362, 366.
[3] Es bezieht sich das auf die von dem Gr. Breitenberg bis zum Vosshay hinziehenden Diabasmassen, welche sich also unmittelbar an den Bruchbergquarcit legen.

der quarcitischen Bruchberggesteine als schmales Band zu Tage treten.

Der ganze nordwestliche Oberharz wird innerhalb der oben gezogenen Grenzen vorwiegend einförmig von Grauwacken und Thonschiefern erfüllt; als interessante Zwischenlagerungen zeigen sich zu beiden Seiten des Diabaszuges einerseits grobe, aus Granit, Felsitporphyr und Quarz bestehende Conglomerate,[1] andererseits Kieselschiefer, welche zahlreich mit Adinolen und Wetzschiefern vergesellschaftet sind. Jene, die Conglomerate, treten nordwestlich vom Diabaszug, diese, die Kieselschieferzüge südöstlich davon in grösserer Menge auf.

Die in letzterem Gebiet vertretenen Kieselschieferzüge lassen sich nach v. Groddecks cartographischen Aufnahmen wesentlich in drei, vielfach verästelte und verzweigte Hauptzüge gruppiren, welche insgesammt dem bekannten allgemeinen Schichtenstreichen folgen und daher auch dem Diabaszug parallel verlaufen. — Der dem Diabaszug zunächst belegene, vielfach sich direct ihm anlegende Zug reicht von der Freyheit bei Osterode bis zum Eberthalskopf zwischen Altenau und Harzburg, — der mittlere Zug vom Sperberhayer Damm[2] bis über das Thal des Kellwassers hinaus, — der südöstlichste, recht breite sich an den Bruchbergquarcit legende und an der südöstlichen Grenze mit Quarciteinlagerungen, sowie graugrünen Thonschiefern zweifelhaften Alters erfüllte Zug endlich vom Wüstebleek bei Osterode bis zur steilen Wand im oberen Kellwasserthal.

Die Adinolen und Wetzschiefer sind in diesem Gebiet zahlreich anzutreffen;[3] unzweifelhaft nachgewiesen sind dieselben in dem ersten, sowie vor Allem auch dem dritten Hauptzug der Kieselschiefer. Ersterer zeigt am Lerbacher Hüttenteich die Adinolen wie Wetzschiefer anstehend, letzterer ergiebt in den Nebenthälern der Söse instructive Aufschlüsse, so in dem durch die alte Riefensbek gebildeten Hangenthal, namentlich dem oberen Theil desselben, in der Nähe des Brandkopfes, ferner in den Thälern der grossen, wie der rauhen Schacht[4] u. s. w.

---

[1] v. Groddeck, Ztsch. d. dtsch. geol. Gs. Bd. XXIX, 433, 436, 437.

[2] v. Groddeck, Abriss der Geognosie des Harzes, pag. 12.

[3] v. Groddeck, Ztsch. d. dtsch. geol. Ges. Bd. XXIX, 431.

[4] Ein bemerkenswerthes Profil erreicht man bequem von der von Riefensbek nach Osterode führenden Chaussee aus, wenn man an der Stelle, wo der

Der chemischen und mikroskopischen Untersuchung sind aus diesem Gebiet unterworfen: α) *Kieselschiefer* vom Stukenloch und Hengstrücken bei Lerbach, vom Tränkeberg[1] und Wienthalskopf. Erstere drei Vorkommnisse gehören dem ersten, das letztere Vorkommen dem dritten Hauptzuge der Kieselschiefer an.

β) *Adinolen* vom Hüttenteich bei Lerbach (erster Hauptzug der Kieselschiefer),

γ) *Wetzschiefer* vom Hüttenteich und Stukenloch bei Lerbach (erster Hauptzug der Kieselschiefer).

Auf der anderen Seite des Diabaszuges treten, wie bereits hervorgehoben, die Kieselschiefer sparsamer auf und zwar, getrennt davon durch eine sehr breite, Grauwacken sowie Thonschiefer führende Zone ganz im Nordwesten des Oberharzes als nordwestliche Begrenzung der grossen zwischen Innerste und Oker gelegenen Devonparthie. Auch hier weicht das Generalstreichen von dem üblichen nicht ab und erstrecken sich die mannigfach gebogenen Kieselschieferzüge im Allgemeinen wieder von SW nach NO. Dieselben sind durch jüngere Culmsedimente concordant überlagert, lassen aber, theils wegen localer stärkerer Hebung des Kieselschiefers, theils wegen stärkerer Erosion des jüngern Culms, stellenweise nur einzelne Kuppen zu Tage treten, welche in der Tiefe vermuthlich stets mit dem fraglichen Hauptzuge zusammenhängen. So scharf, wie im SO des Diabaszuges ist indess die Gruppirung der einzelnen Kieselschieferzüge hier nicht durchführbar, zumal hie und da durch den Gegenthaler und Wittenberger, den Lautenthaler und Hahnenkleer, sowie endlich den Bockswieser-Festenburger Gangzug bedingte Verwerfungserscheinungen auch oberflächlich hinzutreten. — Der erste, dem Diabaszug zunächst belegene Kieselschieferzug beginnt in der Gegend von Bockswiese am Küttelbacher Berg und zieht sich hinauf bis zum Grotenberg. Die zwei kleineren, südöstlich davon auftretenden Kieselschieferparthien hängen wohl mehr oder weniger mit diesem ersten Zuge zusammen. — Zu zweit folgt der Lautenthaler Kieselschieferzug, welcher in mehrfachen, wesentlichst in drei Hauptsätteln

---

Wegweiser steht und unweit dessen sich die grosse Schacht in die Söse ergiesst, den Fahrweg „nach der Schacht“ ca. 620 m weit verfolgt und auf die nach kurzer Zeit linker Hand sich zeigende über die grosse Schacht führende Holzbrücke zugeht. Die Stelle ist vom Chausseestein 7,5 aus leicht zu finden.

[1] Der Tränkeberg liegt im SOO von Clausthal und wird von der nach Andreasberg führenden Chaussee berührt (ca. 3/4 Std. von Clausthal).

zu Tage tritt, die in Folge localer völliger Erosion der dazwisch liegenden Sedimente durch schmale Kieselschieferbänder mit eina der verbunden erscheinen. Der erste dieser Nebenzüge beginnt si östlich vom Schulberg und reicht bis über den Langelieth u Sommerberg hinaus, — der zweite Nebenzug zieht sich vom Bisch thal bis zur Bohrbergskuppe, — der dritte vom Steileberg bis zu Ecksberg und Wittenberg.[1] — Der dritte Hauptzug endlich erstre sich vom Eichenberg bis zum Jänkernberg bei Langelsheim u erscheint in Folge unvollständiger Abtragung der überlagernd Sedimente oberflächlich mehrfach zusammenhangslos.

Auch dieses ganze Kieselschiefergebiet führt Adinolen und We schiefer. Dieselben wurden bislang namentlich im zweiten und dritt Nebenzug des Lautenthaler Kieselschieferzuges nachgewiesen. A stehend findet man sie im Innerstethal am Bielstein und besond schön am Teufelsberg, wo ein vortrefflicher Einblick in die Schichte folge des dortigen Culm gewährt wird.

Untersucht sind aus diesem Gebiet: α) *Kieselschiefer* v der Teufelsecke, β) *Adinolen* von der Teufelsecke und dem Gros Trogthaler Berg, γ) *Wetzschiefer* von der Teufelsecke. — Abg sehen von dem an dem äussersten, nordöstlichen Ende des erst Hauptzuges sich findenden Grotenberger Vorkommen gehören d anderen sämmtlich dem Lautenthaler Hauptzug der Kieselschiefer a

---

Die hier als Adinolen bezeichneten Gesteine zeigen deutlich Schichtung, machen, wie sich das besonders schön am Teufelseck Profil erkennen lässt, alle die vielfachen Biegungen und Knickunge mit, denen die anderen Culmsedimente, namentlich der Kieselschief ausgesetzt waren und sind an keinem der uns bekannten Fun punkte als durch Contactwirkungen, etwa des Diabases, veränder Gesteine (hälleflintartige Contactgesteine) vielmehr überall als rei Sedimente aufzufassen.

An der Teufelsecke bei Lautenthal liegen direct über de Kramenzelkalk, getrennt davon durch eine dünne Schicht sehr ze setzter grüner und rother oberdevonischer Schiefer: 1) *Kiese*

---

[1] Letztere vom eigentlichen Nebenzug oberflächlich getrennt erscheinend Kieselschieferparthie hängt vermuthlich in der Tiefe mit jenem zusammen.

schiefer und Alaunschiefer (Concretionen führend), 2) *Adinolen und Wetzschiefer*, 3) *Culmkalk* (sehr wenig mächtig), 4) *Posidonomyenschiefer und Culmgrauwacke resp. Grauwackensandstein.*

Diese Schichtenfolge lässt sich auf der gegenüberliegenden Seite des Innerstethales an dem bekannten, bereits von HAUSMANN angegebenen Profil des Bielsteins nicht so evident verfolgen, weil dort die Adinolen rauchgrau, überhaupt dunkler gefärbt auftreten. Dagegen ist der Culmkalk dort mächtiger und sehr viel deutlicher zu beobachten. (cf. HALFAR, Ztsch. d. deutsch. geol. Ges. Bd. XXIX, (1877) p. 74). —

Die ad 1) angegebene bituminöse, tiefschwarze, Alaunschiefer führende Kieselschieferzone ist an anderen Anbrüchen häufig wenig mächtig und nur schwer aufzufinden; stets aber, soweit unsere Beobachtungen reichen, durch auffallende schwarze Concretionen ausgezeichnet, die zum Theil Wallnussgrösse erreichen. Diese Concretionen lassen sich im Innerstethal dort sehr gut beobachten, wo die Bahnlinie nach Langelsheim den äussersten Vorsprung des Teufelsberges durchschneidet. Sie bestehen bald aus sehr dunkler, verhärteter Thonschiefersubstanz, bald aus Kieselschiefer, sind bald mit glänzender, tiefschwarzer Schale versehen, bald nicht und letzteren Falls durch Zersetzung der in ihnen enthaltenen Eisenverbindungen (zumeist ungemein kleine Schwefelkieselwürfel) mit einer gelblich-bräunlichen, porösen Zersetzungsschicht umgeben, während der innere Kern mehr oder minder gleichmässig grauschwarz erscheint und höchstens peripherisch nach der lockeren Umhüllungsrinde zu gelblich-bräunliche Abscheidungen von basischem Eisensulfat resp. Eisenhydroxyden zeigt. In den Alaunschiefern trifft man, gerade an der Teufelsecke, oft Spuren von Kupferverbindungen, besonders Malachit an, der in Folge des starken Kohlenstoffgehalts der Schiefer stellenweise sogar zu gediegenem Kupfer reducirt worden ist.

Diese Concretionen führende Schicht scheint (cf. HALFAR, Ztsch. d. deutsch. geol. Ges. Bd. XXVIII. (1876) p. 448, sowie Bd. XXIX. (1877) p. 67) ein ganz festes Niveau einzunehmen und ist, wie namentlich das Teufelsecker Profil erweist, direct über dem Kramenzelkalk oder zersetzten oberdevonischen Schiefern belegen; sie bildet das unterste Glied dieses Culm. Darüber legt sich andern Orts ein mächtigeres mit nicht so tiefschwarzen, mehr grau- bis grün-schwarzen, auch gelblichen Thonschiefern wechsellagerndes Kieselschieferband.

Dasselbe ist an der Teufelsecke allerdings nicht vertreten,[1] fin sich aber z. B. ausgezeichnet in dem durch die grosse Schacht bl gelegten Profil (siehe Anmerkung 4, p. 10). Hier gewahrt man einer leicht zu übersehenden Stelle, wenn auch sehr viel schmäl als an der Teufelsecke, die Concretionen führende Alaunschie Kieselschieferzone und darüber liegend mächtigere, mit grau- grün-schwarzen Thonschiefern wechsellagernde Kieselschiefer. Nehm jene Concretionen führende Schichten wirklich am ganzen nor westlichen Oberharz einen festen Horizont unmittelbar über de Oberdevon ein, so dürften selbst die wenigen Concretionen, welc an der bewussten Stelle in der grossen Schacht von mir gefund sind, eine weitere Stütze für die durch v. Groddeck ausgesproche Ansicht sein, indem man alsdann auch die dortigen, dem Bruchbe schon sehr nahe anstehenden Kieselschiefer dem Culm zurechn müsste.

Die Beziehungen, in welchen die in der grossen Schacht sic findenden rothen, grünen und rauchgrauen Adinolen, sowie die rothe Wetzschiefer zu den Kieselschiefer-Thonschieferschichten stehen, lass sich minder leicht entziffern als an der Teufelsecke; auch wird an fänglich die Deutung des Profils noch besonders dadurch erschwer dass die Kieselschiefer und Thonschiefer sehr viel rothe Ueberzü und Zersetzungsrinden zeigen, andererseits aber die Adinolen[2] un Wetzschiefer häufig mit schwarzen, zum Theil anthracitischen Uebe zügen und Klüften versehen sind. — Culmkalk wurde in diese Profil nicht angetroffen.

Das am Lerbacher Hüttenteich belegene Profil ergiebt wede Culmkalk noch Kieselschiefer, nur Adinolen und Wetzschiefer i zwei ziemlich starken Bänken, welche ohne Zweifel wieder den Flü geln eines Sattels entsprechen und durch eine Zone reinen, grüne Wetzschiefers, sowie durch grauschwarze dünnschiefrige Massen vo einander getrennt werden. Kieselschiefer würde höchst wahrschein lich in grösserer Tiefe anzutreffen sein.[3] Die Wetzschiefer un

---

[1] Dafür ist daselbst jedoch die Alaunschiefer-Kieselschieferzone vo grösserer Mächtigkeit, als an den anderen Punkten.

[2] Es finden sich in diesen Adinolen vielfach rauchgraue, überhaup dunkle Farbentöne vertreten.

[3] Aus diesem Profil geht noch hervor, dass local von den in unsere unteren Culm unterschiedenen Gliedern, also den Kieselschiefern und Tho schiefern einerseits, den Adinolen und Wetzschiefern andrerseits, sehr wohl nu

Adinolen sind wieder durch Posidonomyenschiefer und Grauwacke resp. Grauwackensandstein überlagert.

Im Uebrigen dürfte der zwischen den beiden Schichten reinen grünen Wetzschiefers liegende Thonschiefer, sofern unsere, weiter unten mitgetheilte Gliederung des Culm allgemeinere Gültigkeit haben sollte, etwa den Thonschiefern aus der Kieselschieferzone 2 äquivalent sein.

Auch die vorstehend erwähnten Profile illustriren die Rolle, welche Sattel- und Mulden-Bildungen am Oberharz spielen, aufs Beste. Die Flügel fallen meist parallel und steil ein, es sind daher die Fälle, wo man jüngere Schichten unter älteren antrifft, mit Nothwendigkeit ebenso häufig, wie die, wo sich normale Lagerungsverhältnisse zeigen. Die betreffenden Profile, auf welche sich die oben angeführten Beobachtungen hauptsächlich stützen, werden gelegentlich eine nähere Darstellung finden. Ist es nach Obigem verstattet, auch die im SO des Diabaszuges liegenden Kieselschiefer etc. dem Culm zuzurechnen, so würde sich als allgemeine Gliederung unserer Culmsedimente etwa die folgende ergeben:

1) Kieselschiefer und Alaunschiefer (meist nur wenig mächtig, Concretionen führend),

2) Kieselschiefer und grauschwarze resp. grünschwarze, auch gelbliche und röthliche Thonschiefer,[1]

3) Adinolen und Wetzschiefer,[1]

4) Culmkalk (dunkelblau, versteinerungsführend, vielfach fehlend und meist von geringer Mächtigkeit),[2]

5) Posidonomyenschiefer und Grauwacke resp. Grauwackensandstein (vielfach Conglomerate führend, verhältnissmässig mächtig und weit verbreitet). Selbstredend sind, um die allgemeine Gültig-

---

einzelne Theile vorzugsweise ausgebildet sein können. So trifft man also diesen Falls unter mit einander wechsellagernden Adinolen und Wetzschiefern eine Schicht reinen grünen Wetzschiefers und darunter eine Schicht sehr dünnschiefrigen Thonschiefers an, die eine ohne zwischengelagerte Adinole, die andere ohne zwischengelagerten Kieselschiefer.

[1] Cfr. Bemerkg. 3 pag. 14.

[2] Sowohl Adinolen, wie Wetzschiefer, zeigen, wie das ja bekannt ist und sich auch aus nachfolgenden Untersuchungen ergeben wird, Uebergänge in kalksteinartige Gebilde, es erscheint somit ziemlich irrelevant, ob man dem reinen Culmkalk ein besonderes höheres Niveau anweisen, oder ihn, natürlich nur insoweit es sich auf das geognostische Alter all dieser Schichten bezieht, den Adinolen und Wetzschiefern zustellen will.

keit dieser Eintheilung darzuthun, noch weitere eingehendere Be-
bachtungen erforderlich. —

Nach F. A. Römer[1] müsste man, da von dem nunmehr zu
Unterdevon gestellten Bruchbergquarcit, sowie den südöstlich vo
Bruchberg liegenden gleichfalls älteren Grauwacken und Grauwacken-
schiefern abzusehen ist, im Culm des nordwestlichen Oberharzes
unterscheiden:

1) Thonschiefer und Kieselschiefer,

2) Posidonomyenschiefer und pflanzenführende Grauwacken.

Die oben von 1—4 aufgeführten Zonen sind hier also nich
auseinander gehalten, sondern insgesammt dem unteren Culm zu-
gestellt, in eine Gruppe vereinigt. Hingegen ist die höher liegend
Schicht von Posidonomyenschiefern und pflanzenführenden Grau-
wacken wohl mit der unsrerseits ad 5 angeführten Zone identisch.

Im Uebrigen ist dieses ganze, von so zahlreichen Mulden un
Sätteln durchzogene Gebiet, dessen Mächtigkeit Hausmann seine
Zeit als eine so sehr bedeutende hinstellte, in seiner gegenwärtig
vor uns liegenden Gestalt wenigstens auf einen durchaus nicht s
mächtigen Schichtencomplex zurückzuführen.

Am Schluss dieses Abschnitts möge noch einer interessanten
Beziehung gedacht werden. — Die unterste, so eigenthümliche Con-
cretionen führende Schicht des Culm überlagert das Devon concordan
und liegt bei Lautenthal z. B., nur durch eine dünne Schicht grün-
lichen, wie röthlichen, stark zersetzten und sehr dünnschiefrigen
Schiefers davon getrennt, direct über dem Kramenzelkalk. Die den
Kramenzelschichten, also Gliedern des obersten Devon gewissermassen
innewohnende Tendenz, kugelige, linsen- bis scheibenförmige Con-
cretionen abzusondern, lässt sich nun auffallender Weise bis in die
untersten Glieder unseres Culm hinein verfolgen und daran, wenn
nicht makroskopisch, so doch stets mikroskopisch studiren. Die
Kieselschiefer, wie Alaunschiefer des untersten Culm zeigen, wie das
bereits mehrfach betont wurde, oft jene deutlichen schwarzen Con-
cretionen; selbst aber dort, wo letztere nicht mehr erkennbar sind
und man z. B. schon Kieselschiefer vor sich hat, welche etwas höher,
vielleicht in unserer Zone 2 liegen, ist jene Structureigenthümlichkeit
unter dem Mikroskop noch deutlich zu verfolgen. Es ist eine für
die Kieselschiefer des nordwestlichen Oberharzes, also für Culmkiesel-

[1] F. A. Römer, Versteinerungen des Harzgebirges 1852, pag. 89.

schiefer geradezu charakteristische Eigenthümlichkeit, ausgesprochene Sphärolithe zu führen, eine Eigenthümlichkeit, welche den Adinolen und Wetzschiefern meistens völlig abgeht. Die Alaunschiefer zeigen zwar schön individualisirte Sphärolithe selten, dafür aber eine Unzahl heller, glänzender Quarzconcretionen, die man in irgend einer anderen Art von Thonschiefern in solcher Anzahl und so durch die ganze Gesteinsmasse vertheilt vergeblich suchen wird.

Jene auffallende Neigung nach derartigen Absonderungen hörte mithin in den höheren Gliedern des Culm auf und stellt die Kieselschiefer (sowie Alaunschiefer), trotz der Verschiedenheit der chemischen Zusammensetzung und nur mit Rücksicht auf die Zeit ihrer Bildung den Cramenzelschichten näher, als die Adinolen und Wetzschiefer, welch letztere jene Sphärolithe entweder gar nicht enthalten oder nur sehr sparsam und dann viel unvollkommener ausgebildet.

Sphärolithführende Kieselschiefer finden sich in der Literatur mehrfach erwähnt und so erscheint obige Schlussfolgerung, nur dieser Sphärolithe wegen den Entstehungsact unserer Kieselschiefer in eine dem obersten Devon, der Bildung von Cramenzelschichten näher liegende Zeit zu versetzen, als das mit den Adinolen und Wetzschiefern der Fall, auf den ersten Blick sicherlich sehr gewagt. Die Behauptung gewinnt indess durch eine Reihe von Nebenumständen an Bedeutung und Wahrscheinlichkeit, so dass sie der Anführung werth schien. Diese Momente sind mit Hinzuziehung der bereits angeführten folgende:

1) Die Profile ergeben, dass bei Lautenthal Cramenzelschichten concordant von Kieselschiefern überlagert werden; beiden Gesteinen ist jene eigenthümliche Structur eigen, dieselbe lässt sich an den Kieselschiefern wenn nicht makroskopisch, so doch mikroskopisch beobachten.

2) Adinolen und Wetzschiefer führen nur höchst sporadisch Sphärolithe und diese in sehr unvollkommener Ausbildung.

3) Echte silurische Kieselschiefer vom Ravenskopf und von Scharzfels bei Lauterberg ergeben nur hie und da Andeutungen von Sphärolithen in ganz verschwindendem Maasse.

4) Die Kieselschiefer südöstlich vom Diabaszug sind in gleicher Weise sphärolithführend, wie die nordwestlich davon liegenden, erstere sind also auch ihrer Mikrostructur zufolge jenen unzweifelhaften Culmkieselschiefern Lautenthals näher gestellt, als den ad 3) angeführten silurischen Kieselschiefern.

Es wäre von Interesse, diese Vergleiche noch an einer ganzen Reihe von Harzer Kieselschiefern, die einerseits dem Culm, andererseits dem Silur angehören, fortzuführen und so zu constatiren, ob in dieser Weise auch die Mikrostructur unserer Kieselschiefer zur Altersdiagnose herangezogen werden könnte.

Bei Bestätigung obiger Behauptung würde demnach ein weiterer indirecter Grund gewonnen sein, der v. GRODDECK's Ansicht: „auch die Sedimente südöstlich vom Diabaszug sind Culm und nicht Silur" bestätigen würde. Dass Kieselschiefer, also so sehr kieselsäurereiche Gesteine diese Kieselsäure in mannigfachster Individualisation und so auch als Sphärolithe resp. als rundliche Concretionen führen werden, ist natürlich nicht zu verwundern, dass aber die einen Kieselschiefer so massenhafte, schöne Sphärolithe, die anderen so wenige, unvollkommene zeigen, giebt doch wohl zu bedenken.

Die Adinolen und Wetzschiefer führen nicht, oder nur höchst selten Sphärolithe, sind hie und da recht reich an Calciumcarbonat und werden mancherorts von schmalen Bänken dunkelblauen Culmkalks überlagert. Wenn die eine Thatsache dem Angeführten zufolge anzudeuten scheint, dass die Zeit des Niederschlags und der Verfestigung dieser Gesteine eine etwas jüngere sei, als man sie für den Kieselschiefer und ihm eingelagerte Schiefer annehmen muss, so deutet die andere Thatsache darauf hin, dass gegen Ende der Adinolen- und Wetzschieferbildung saure Carbonate führende Solutionen eine wesentliche Rolle spielten, hie und da sogar zur Abscheidung reinen Kalksteins führten oder doch die Adinolen und Wetzschiefer stellenweise stark veränderten, zur Entstehung carbonathaltiger Varietäten die Veranlassung gaben. Die sodann sich niederschlagenden Sedimente bestanden neben Thonschiefern (Posidonomyenschiefern) aus mächtigen sandigen Bildungen: Grauwacke resp. Grauwackensandstein.

II. Physikalische und chemische Eigenschaften.

A. Allgemeine petrographische Beschreibung.

Unsere Gesteine bilden, von rein physikalischem wie chemischen Standpunkte aus betrachtet, eine zusammenhängende Gruppe. Die sie zusammensetzenden Bestandtheile, die Combination der letzteren in den Gesteinen zu Verbindungen resp. Gemengtheilen sind quali-

tativ die nämlichen, nur quantitativ verschieden, so zwar, dass sich von völlig dichten Hornsteinen, von flintartigen Gebilden Uebergänge zu den Thonschiefern, also zu viel weniger sauern Gesteinen vorfinden. Den Uebergang nach dem Hornstein bildet der Kieselschiefer, den nach dem Thonschiefer der Wetzschiefer, während die Adinole, trotz ihr Kieselsäuregehalt von dem der Wetzschiefer nicht erheblich abweicht, doch dem petrographischen Verhalten nach in der Mitte steht zwischen jenen beiden Gesteinsvarietäten. Adinolen, wie Wetzschiefer zeigen sich vielfach recht $CaCO^3$haltig, jedoch sind derartige erst durch secundäre Einflüsse stark mit Carbonaten, namentlich Calciumcarbonat durchdrungenen Vorkommnisse echten, unveränderten Adinolen resp. Wetzschiefern natürlich nicht zuzurechnen.

Alle diese Gesteine zeigen ausgesprochene Schichtung, eine deutliche Schieferung nur die Wetzschiefer.[1] An ihnen allen tritt ferner eine mehr oder minder vollkommene Zerklüftung hervor und zwar sind in der Regel zwei auf der Schichtung nahezu senkrecht stehende, sich unter verschiedenen Winkeln schneidende Kluftsysteme vorhanden, so dass die Gesteine in parallelepipedische Bruchstücke zerlegt werden und sich trotz der bisweilen grossen Härte durch Anschlagen verhältnissmässig leicht zertrümmern lassen. — Die Kieselschiefer zeigen mit seltenen Ausnahmen — bedingt durch unendlich fein zertheilte Kohlenflitterchen und organische Substanz — dunkle, vielfach tiefschwarze Farben und matten, splittrigen oder unvollkommen flachmuschligen Bruch; sie lassen sich mit dem Messer nicht ritzen und sind vor dem Löthrohr unschmelzbar.[2] Adinolen wie Wetzschiefer besitzen meist lebhaftere, hellere Farben, und zwar mit Vorliebe, herbeigeführt namentlich durch den Gehalt oder das gegenseitige Verhältniss an Eisen- und Mangansilicat, resp. den verschiedenen Oxydationsstufen dieser Elemente, grüne, braune, rothe Nuancen. Je mehr Eisenoxydul vorhanden, desto grüner, je mehr Eisenoxyd vorhanden, desto röthlicher erscheinen die Gesteine im Allgemeinen. Dunklere, rauchgraue Farbentöne kommen bei den Adinolen und Wetzschiefern weniger vor, sind in der Regel auch schon ein Zeichen, dass stark carbonathaltige, somit nicht mehr typische Vorkommnisse vorliegen, oder doch der Gehalt an Mangan-

[1] Eigentliche Adinolschiefer sind in diesem Gebiet bisher nicht angetroffen.

[2] Nur selten lässt sich bei sehr langem kräftigen Blasen eine schwache Schmelzbarkeit an den Kanten constatiren.

und Eisensilicaten resp. Oxyden gegenüber weniger färbenden Verbindungen (Calciumsilicat etc.) zurücktritt. Der sonst schon beim ersten Anblick so charakteristische Gegensatz zwischen den schwarzen Lyditen und den Adinolen wie Wetzschiefern wird alsdann minder auffällig. — Die Adinolen haben matten, muschligen Bruch und lassen sich mit dem Messer nicht ritzen, wohl aber die Wetzschiefer,[1] welche ausserdem, wie bereits hervorgehoben, eine ausgezeichnete Schieferung zeigen. Beide Varietäten sind vor dem Löthrohr schmelzbar, wenn auch stellenweise nur mit grosser Mühe. Alle diese Massen, besonders aber die Kieselschiefer, werden vielfach von unregelmässig verlaufenden Quarzgängen durchzogen, von denen wiederum andere kleinste Nebenschnüre und Adern nach den verschiedensten Richtungen hin ausstrahlen.

Accessorisch treten besonders Schwefelkieswürfelchen und -Concretionen, häufig von mikroskopischer Kleinheit, auf. Durch ihre Oxydation gelangten wohl vornehmlich die Eisenoxydate und Eisenhydroxyde, ebenso die durch die Analyse nachgewiesenen Spuren von Schwefelsäure resp. Sulfat in die Gesteine. — Weiter finden sich Manganoxydate, besonders in den Adinolen und Wetzschiefern, die stellenweise förmliche Ueberzüge von bräunlichen, wadähnlichen lockeren Massen zeigen, sodann locale Anhäufungen von Calcium-, auch von Mangan-Carbonat, sehr selten von Spatheisenstein. Im Uebrigen lassen sich stärker individualisirte, krystallinische Dinge in dem dichten felsitischen oder thonschieferähnlichen Gestein schlecht beobachten; solche Ausbildungen sind meist derartig klein, dass ihre Deutung auf grosse Schwierigkeiten stösst. Die grösseren, mattweissen Concretionen, mit denen manche Kieselschiefer, hie und da auch wohl Adinolen wie besäet erscheinen, bestehen in der Regel aus Quarz. Dieselben sind bei den Adinolen, wie die mikroskopische Beobachtung lehrt, stets unvollkommener ausgebildet, als bei den Kieselschiefern. Glimmer, auch Hornblende sind stellenweise in den Gesteinen noch makroskopisch zu erkennen; die vielfach auftretende schöne grüne Färbung ist man geneigt der Gegenwart eines chloritischen Minerals zuzuschreiben. Andere Silicate, besonders Feldspäthe nachzuweisen gelingt meist nur unter dem Mikroskop, und auch dann nur bei fleissigem Suchen. Auf Klüften, welche mit grün-

[1] Nicht selten sind die Adinolen an den äussersten Fläche etwas weicher, die Wetzschiefer hingegen nach Aussen zu etwas erhärtet.

lichen, gelben, rothen, braunen Ueberzügen bedeckt erscheinen, concentrirt sich mit Vorliebe der Gehalt an Eisen- und auch Manganhydroxyden,[1] ebenso erscheinen diese Hydrate an den Stellen, wo den Atmosphärilien der Zutritt gestattet ist. Man findet so vielfach gelbliche, röthliche, bräunliche, auch schwärzliche Verwitterungsrinden, die übrigens zum Theil auch Silicat, namentlich Ferrosilicat, auch basisches Eisensulfat, Eisenphosphat, sowie endlich Carbonat (meist $CaCO^3$) enthalten.

Weissliche Verwitterungsrinden trifft man vorzugsweise bei den Adinolen und Kieselschiefern an; dieselben bestehen meist aus wieder abgesetzter, zuvor infolge secundärer Einflüsse gelöst gewesener Kieselsäure. Hie und da finden sich infolge ähnlicher Processe zwischen den Kieselschiefern sowohl, wie zwischen den Adinolen und Wetzschieferbänken dünne weisse bis gelblich-weisse Schnüre von weicher thonartiger Beschaffenheit, die wohl zum grösseren Theil Aluminiumsilicat sind.[2] Einen beträchtlicheren Gehalt an Kohlenstoff, der theils als solcher, theils in Form organischer Substanz vorhanden sein mag, zeigen, wie das aus den Resultaten der später mitzutheilenden Analysen erhellt, nur die Kieselschiefer. Auf Kluftflächen derselben gewahrt man denn auch nicht selten glänzende anthracitische Anhäufungen, die in Adinolen und Wetzschiefern nur höchst selten anzutreffen sind.[3] Ebenso wie Eisenkies kommt endlich sporadisch Kupferkies als zufälliger Bestandtheil vor. Derselbe ist wenigstens bisweilen durch das Mikroskop nachzuweisen. Die Analyse ergiebt in allen diesen Gesteinen kleine Beträge oder doch Spuren von Kupfer und Antimon, die wahrscheinlich beide als Sulfide zuzugegen sind.[4]

Wie bereits früher bemerkt, würden diese Sulfide, namentlich aber die des Eisens und Kupfers zum Theil durch spätere secundäre Einflüsse sulfatisirt und auch in letzterer Form noch verschiedentlich umgewandelt. So findet sich z. B., was ebenfalls schon Er-

---

[1] Letztere bilden dabei sehr häufig förmliche schwarze Dendriten.

[2] Dieselben sind beispielsweise in den Lautenthaler Gruben mehrfach im Kieselschiefer anzutreffen.

[3] Cf. Profil aus dem grossen Schacht pag. 14.

[4] Das Antimon könnte sich zwar auch an der Zusammensetzung eines Sulfosalzes betheiligen, ist ja doch letzteres (z. B. Fahlerz) so sehr häufig mit Kupferkies vergesellschaftet.

wähnung gefunden hat, in den stark bituminösen, also an Reductionsmittel besonders reichen Alaunschiefern auf den Klüften neben Malachit gediegenes Kupfer.

Bleiische und zinkische Verbindungen kommen in den Gesteinen auch nicht einmal spurenweise vor, ebensowenig findet sich Schwerspath.

Die makroskopische Beobachtung der den weiter oben bezeichneten Fundpunkten entnommenen Gesteine ergab Folgendes:

Tabelle I.

Nr.	Kieselschiefer.	Adinolen.	Wetzschiefer.
I.	Teufelsecke. Tiefschwarz, sehr dicht, weisse, z. Th. gelbliche, bräunliche grünliche Verwitterungsschichten, weisse Quarzschnüre, sehr viel z. Th. grössere und deutliche Schwefelkieskryställchen.	Hüttenteich b. Lerbach. Röthlichgrau, fast körnig, kalksteinartig, zahllose glänzende Glimmerblättchen, weisse resp. violettgraue Verwitterungsschichten.	Stuckenloch b. Lerbach. Grünlichgrau, röthliche Parthien, schwärzliche Imprägnationen, zahlreiche in den Farben des Stahls glänzende Glimmerkryställchen, bräunlichweisse Verwitterungsschicht.
II.	Wienthalskopf. Schwarz, dicht, weisse Concretionen u. Körnchen, gelbliche, bräunliche, grünliche, vorwiegend aber ziegelrothe Verwitterungs- resp. Zersetzungsschichten.	Hüttenteich b. Lerbach. Röthlichgrau bis grünlichgrau u. blaugrün, dicht, durchzogen von zarten schwarzen Bändern, weisse Pünktchen ($CaCO^3$), metallischglänzende Glimmerblättchen, schwarze Kryställchen (?).	Hüttenteich b. Lerbach. Rothbraun bis grünlich, weisse Körnchen und Kryställchen, die grünen Parthien mit rothen Klüften, die rothen sparsam mit schwarzen Klüften versehen. Weissliche bis gelbbraune Verwitterungen. — Nur die rothen Schichten sind analysirt.
III.	Stukenloch b. Lerbach. Grünlich bis röthlich, stellenweis bräunlich, weisse, theilweise recht zahlreich angehäufte Quarzkryställchen. Weisse, gelbbraune, röthliche Verwitterungsschichten.	Hüttenteich b. Lerbach. Fleischroth, dicht, Quarzkörnchen, Quarzschnüre, schwarze glänzende Kryställchen, Glimmerblättchen; durchzogen von tiefer roth gefärbten, oft gewellten und unter sich parallelen Schnüren. Gelbliche, bräunliche, schwärzliche Verwitterungsschichten.	Teufelsecke. Röthlichweiss bis röthlichgrau, schwarze fast anthracitartige und stellenweis in Dendriten angeordnete Massen (Manganoxydate), unregelmässig vertheilte weisse Körnchen (Quarz?), braungelbe bis grünliche Verwitterungen.

Nr.	Kieselschiefer.	Adinolen.	Wetzschiefer.
IV.	Hengstrücken b. Lerbach. Tiefschwarz, echter Lydit, spärliche weisse Quarzkörner, weisse, gelbliche bis schwachrothe Verwitterungsschichten.	Hüttenteich b. Lerbach. Lauchgrün, dicht, weisse Concretionen; weisse, röthlichweisse, gelbe, gelblichgrüne und schwarze Verwitterungsklüfte.	Gross Trogthaler Berg bei Lautenthal. Grauschwarz, weisse Körnchen, grünlichweisse grössere Imprägnationen, röthliche Klüfte, wenig Glimmer, weisse bräunliche und schwarze Verwitterungen.
V.	Tränkeberg b. Clausthal. Tiefschwarz (Bruch nicht so glänzend, wie bei IV), Schwefelkieskryställchen, mit rothen Massen erfüllte Klüfte.	Trogthaler Berg bei Lautenthal. Rauchgrau, hornsteinartig, gelbgrün erscheinende Klüfte, schwärzliche Einlagerungen (?), gelblichweisse, alsdann bräunliche, thonige äussere Verwitterungsschicht, zwischen letzterer u. der innern violettgrauen hornsteinartigen Masse meist schwärzliche Zonen.	Grotenberg. Grauweiss bis dunkelgrau. Glimmerblättchen, weisse Körnchen, unregelmässig zerstreute, bisweilen stark angehäufte schwarze Kryställchen, (Hornblende?) rothbraune Klüfte, Grünlichweisse, rothbraune Verwitterungsschichten.
VI.	———	Teufelsecke b. Lautenthal. Matt rothgrün, dicht, gebändert u. zwar Zonen matteren u. gesättigteren Roths zu unterscheiden, dieselben schliessen grüne Zonen ein. Silberglänzende Glimmerblättchen, schwarze Klüfte, schwarze glänzende Kryställchen (Hornblende?), gelblich grüne Concretionen, weissliche bis braunschwarze Verwitterungen.	Teufelsecke b. Lautenthal. Dunkelgrau bis schwärzlich (von Manganoxydaten), mehr körnig, stellenweis deutlicher Schwefelkies, mit glänzenden schwarzen Kryställchen erfüllte Schnüre, weisse Körnchen, (Calcit) stahlfarben glänzende kleine Blättchen. Weisse, grünliche, gelbliche, bräunliche fast okerige Verwitterungen.

Bemerkung. Die 4 Adinolen vom Lerbacher Hüttenteich sind selbstredend ganz verschiedenen Punkten dieses Profils entnommen. Die verschieden gefärbten Adinolen Nr. III und Nr. IV liegen direct übereinander und zwar sind sie meist durch eine schmale weisse oder doch lichtere Zone von einander getrennt. Es ist diesen Falls das Material mit um so grösserer Vorsicht ausgewählt worden.

B. Chemische Untersuchung.

Stets lässt sich ein Thongeruch beobachten beim Anhauchen in Rede stehender Gesteine, sie kleben mehr oder weniger an der Zunge, was sich evident bei den Wetzschiefern und Adinolen, in-

weniger hohem Grade bei den Kieselschiefern zeigt. An kleinen Gesteinsstücken, Körnchen oder flachen Splitterchen, die, zwischen eine Platinpincette gelegt, durch langes, kräftiges Blasen mit dem Löthrohr bis zur hellsten Weissgluth erhitzt wurden, bestätigte sich das hinsichtlich der Schmelzbarkeit unserer Gesteine weiter oben bereits Geäusserte, es sind im Allgemeinen die Kieselschiefer vor dem Löthrohr unschmelzbar, die Adinolen und Wetzschiefer schmelzbar. Der Kieselsäuregehalt ist jedoch so hoch, dass man eine leichte Schmelzbarkeit nur selten wird constatiren können.

Das Aufschliessen der Gesteine vor dem Löthrohr, also das Blasen von Perlen ergab wenig, eben nur, dass von auf solchem Wege wahrnehmbaren, in charakteristisch gefärbte Borate oder Metaphosphate überführbaren Elementen lediglich Eisen und Mangan vorhanden sind.

Tabelle II.
(Boraxperle.)

Nr.	Kieselschiefer.	Adinolen.	Wetzschiefer.
I.	Schwer aufschliessbar. O. Nach längerem Blasen völlig klares Glas, heiss graugelb, kalt farblos. R. Heiss grünlich, kalt farblos.	Leicht aufschliessbar. O. Heiss trübe, kalt violett. R. Heiss schwachgelb, völlig durchsichtig, kalt farblos.	Ziemlich schwer aufschliessbar. O. Heiss relativ stark gelb, kalt farblos. R. Dasselbe.
II.	Schwer aufschliessbar. O. Heiss grünlich, kalt farblos. R. Heiss gelblichgrün, kalt farblos.	Leicht aufschliessbar. O. cf. I. R. cf. I.	Leicht aufschliessbar. O. Heiss farblos, steinig, kalt violett. R. Heiss und kalt farblos.
III.	Sehr schwer aufschliessbar. O. Heiss grünlichgelb, kalt farblos. R. Heiss gelbgrün, kalt farblos.	Etwas schwer aufschliessbar. O. Heiss gelblich, kalt farblos. R. Heiss sehr stark grün, kalt farblos.	Ziemlich leicht aufschliessbar. O. Heiss wie kalt farblos. R. Heiss gelblich, kalt farblos.
IV.	Leicht aufschliessbar. O. Heiss schwachgrünlich, kalt farblos. R. Dasselbe.	Ziemlich schwer aufschliessbar. O. Heiss stark grünlich gelb, kalt farblos. R. Heiss grüngelb, kalt farblos.	Leicht aufschliessbar. O. Heiss gelblich, kalt farblos. R. Dasselbe.

Nr.	Kieselschiefer.	Adinolen.	Wetzschiefer.
V.	Leicht aufschliessbar. O. Heiss relativ grün, kalt farblos. R. Dasselbe.	Schwer aufschliessbar. O. Heiss schwach grüngelb, kalt farblos. R. Dasselbe.	Schwer aufschliessbar. O. Heiss schwachgelb, kalt farblos. R. Heiss sehr schwachgrün, kalt farblos.
VI.	...	Schwer aufschliessbar. O. Heiss grüngelb, kalt farblos. R. Heiss grünlichgelb, kalt farblos.	Leicht aufschliessbar. O. Heiss stark gelb, kalt stark violett. R. Heiss gelb, kalt farblos.

O = Oxydationsflamme.
R = Reductionsflamme.

Die Adinolen Nr. I u. II, geben in der Hitze ein trübes und erst in der Kälte ein klares Glas, eine Erscheinung, auf die man bei Löthrohrreactionen, sei es in demselben oder umgekehrten Sinne öfters stösst, die sich aber vorerst noch nicht erklären lässt. Der hohe Gehalt an Calciumcarbonat kann allein wohl nicht die Ursache sein, da die gleichfalls calcitreichen Wetzschiefer jene Reaction nicht geben.

Mit Kobaltsolution geglüht gaben die grünen Adinolen und Wetzschiefer matte schmutzig grünblaue, stellenweise schwach röthliche Färbungen, mithin ausser auf Kieselsäure (resp. Silicate, Phosphate) eine gemischte Reaction auf Eisen, Aluminium resp. Magnesium, jedoch keine recht scharf, so dass auf diesem Wege die Natur des färbenden Pigments nicht festzustellen war. Im Allgemeinen verdanken die verschiedenen rothen, grünen und dazwischen liegenden Farbentöne der Gegenwart von Eisen- und Manganoxydaten, sowie dem gegenseitigen Verhältniss derselben in den einzelnen Gesteinen ihre Entstehung.

Das qualitativ geprüfte und sodann der quantitativen Analyse unterworfene Gesteinsmaterial wurde möglichst reinen, von Verwitterungsproducten freien Stücken entnommen, zuvörderst zwischen Fliesspapier gröblich zerkleinert, mit Hülfe der Loupe von irgendwie unreinen Stücken befreit, im Stahlmörser, darauf in der Achatschale fein gerieben, bei 100° C. in Glasröhrchen bis zu constantem Gewicht getrocknet, im Schwefelsäureexsiccator erkalten gelassen und nunmehr zu den verschiedenen analytischen Untersuchungen verwendet. Wie die Prüfung mit dem Magneten ergab, waren durch das Zerstossen im Stahlmörser Eisenflitterchen nicht in das zu ana-

lysirende Gesteinspulver gelangt. Besondere Versuche, in Verfolg deren man das Gestein zunächst zwischen Fliesspapier möglichst zerstiess und sofort in der Achatschale zerrieb, hatten zuvor die Abwesenheit von Magneteisen schon dargethan; wenigstens ist letzteres nicht in solchem Maasse in den Gesteinen vorhanden, dass es hätte mit dem Magneten extrahirt und so wahrgenommen werden können.[1]

Für die eigentliche quantitative Untersuchung benutzte man von den bekannten Aufschliessungs-, Trennungs- und Bestimmungs-Methoden nur die zuverlässigsten. Es handelte sich dabei wesentlichst um Feststellung folgender Punkte:

I. Haupt- (Bausch-) Analyse. Bestimmung von SiO^2 (TiO^2), P^2O^5, den Elementen der Schwefelwasserstoff-, der Schwefelammon-Gruppe, sowie der Gruppe der alkalischen Erden. Die Gesteine wurden hierzu mit Natriumcarbonat aufgeschlossen. Bezüglich des weiterhin befolgten Verfahrens möge nur angeführt sein, dass sich das Mangan, namentlich bei irgend manganreicherem Material nach Abscheidung des Eisens, Aluminiums, sowie der Phosphorsäure mittelst Natriumacetat vortheilhaft durch Brom fällen lässt. Das ausgeschiedene Superoxydhydrat kann man durch Auswaschen vollständig von anhaftendem Alkali trennen, nach dem Glühen also das Mangan direct als Oxyduloxyd auswägen. Selbstredend dürfen hierbei, um der Abscheidung von „Calciummanganit"-ähnlichen Ver-

---

[1] Selbstredend wurde das auf solche Art vorbereitete Material nicht zur eigentlichen Analyse verwendet. Es sollte in gedachter Weise eben nur eine rein qualitative Prüfung auf Fe^3O^4 ausgeführt werden. Das für die Analyse bestimmte Material ward vielmehr im Stahlmörser so weit zerkleinert, dass das Reiben in der Achatschale keine weiteren Schwierigkeiten bot und letztere keinen Falls durch das z. Th. recht harte Material angegriffen werden konnte. Man rieb das Pulver bis zur Mehlfeine, so dass alle Aufschliessungen, auch die Alkalibestimmungen nach der Berzelius'schen Methode anstandslos ausgeführt werden konnten. Ein Sieben des Pulvers durch feine Leinewand erwies sich als unnöthig; — von einem Schlämmen wurde schon um desswillen Abstand genommen, weil in Wasser lösliche Verbindungen hätten extrahirt werden und das schliesslich erhaltene Material nicht mehr als der Durchschnittszusammensetzung des Gesteins möglichst nahe kommend hätte angesehen werden können. Dass in der That auch diese harten, so sehr quarzreichen Gesteine durch Wasser merklich angegriffen werden, namentlich wenn, wie beim Schlämmen, ein langer Contact des Wassers mit dem Gestein stattgehabt hat, zeigten einige direct in dieser Richtung angestellte Versuche.

bindungen vorzubeugen, keine alkalische Erden in der Lösung vorhanden sein.[1] Neben Eisen und Aluminium lässt sich auch die Phosphorsäure in dieser selben Portion bequem in der Weise bestimmen, dass man die sammt der Phosphorsäure geglühten und ausgewogenen Oxyde löst, das Eisen aus schwefelsaurer Lösung mit Kaliumpermanganat titrirt und sodann sämmtliches in Lösung vorhandenes Eisen, Aluminium, sowie einen grossen Theil des dem Permanganat entstammenden Mangans mittelst überschüssigen Ammoniaks fällt. Bei genauer Arbeit hat sich auch die ganze im Gestein vorhandene Phosphorsäure in diesem Niederschlage angesammelt. Letzterer wird in Salpetersäure gelöst und nach der modificirten SONNENSCHEIN'schen Methode weiter verarbeitet, unter Berücksichtigung des Umstandes, dass die bei 50—70° C. mit Molybdänlösung erhaltene Fällung (dieselbe ist bereits nach 2—3 Stunden eine vollständige) namentlich bei längerem Stehen in der Wärme stark molybdänsäurehaltig ist und zudem sehr häufig noch Spuren von Kieselsäure enthält. Erst nach Beseitigung dieser Beimengungen schritt man zur endgültigen Bestimmung der Phosphorsäure, die schliesslich als Magnesiumpyrophosphat ausgewogen ward. Das Calcium wurde als Calciumsulfat,[2] das Magnesium in einer besonderen Portion neben den Alkalien bestimmt.[3]

II. Bestimmung der Alkalien (und des Magnesiums). Die Aufschliessung des in einer Platinschale, resp. einem hohen, geräumigen

[1] Man wird daher vor der Ausfällung des Mangans zunächst Alles der Schwefelammongruppe noch Angehörige in Ammonhydroxyd und Ammonhydrosulfid präcipitiren, letzteren Niederschlag in Salzsäure lösen, die Lösung mittelst Natriumcarbonat neutralisiren, mit Natriumacetat übersättigen und durch Brom fällen.

[2] Ein Gasgebläse stand nicht zur Verfügung, somit konnte, ganz abgesehen von der umständlicheren Bestimmung des Calcium als Carbonat, an eine solche in Form von Oxyd nicht gedacht werden. Die zunächstige Ausfällung geschah natürlich aus ammoniakalischer Lösung mittelst Ammonoxalat und erst das Calciumoxalat wurde durch Abrauchen mit Schwefelsäure in Calciumsulfat übergeführt.

[3] Dieses erweist sich als nöthig wegen der vielen Ammonsalze, die sich nunmehr in der Flüssigkeit angesammelt haben. Man könnte allerdings auch diese Lösung in einer Platinschale abdampfen und die Ammonsalze wegrauchen, jedoch ist dies nur für den Fall statthaft, wo sich keine Acetate in der Flüssigkeit befinden, wo das Gestein also manganfrei war. Anderenfalls kann beim Eindampfen durch Reaction der Acetate auf die gleichfalls vorhandenen Nitrate leicht ein Substanzverlust eintreten.

Platintiegel befindlichen Gesteinspulvers geschah hier mit alkalifreier rectificirter, rauchender Flusssäure und Salzsäure bei Gegenwart von etwas Schwefelsäure.

III. Bestimmung von Wasser und Bitumen resp. Kohlensäure. Die im Kugelrohr befindliche Substanz wurde im gereinigten und getrockneten Sauerstoffstrom geglüht, Bitumen, sowie vorhandene organische Substanz zu CO^2 resp. H^2O oxydirt, letzteres neben dem sonst noch vorhandenen (nicht hygroskopischen) Wasser durch Calciumchlorid, die Kohlensäure aber in einem mit angehängtem Aetzkalirohr versehenen Liebig'schen Kugelapparat durch Kaliumhydroxyd absorbirt.[1] Bei der Kohlensäurebestimmung in den carbonathaltigen Gesteinen mischte man das Gesteinspulver vor der Zersetzung durch Salzsäure mit etwas Kaliumpyrochromat, um den aus etwa vorhandenen Sulfiden durch die Salzsäure entwickelten Schwefelwasserstoff zu oxydiren und als Kaliumsulfat zurückzuhalten. In den carbonathaltigen Gesteinen liess sich das Bitumen natürlich nicht ermitteln, da die Kohlensäure darin an Ca resp. Mg, Mn oder auch Fe gebunden war.

IV. Bestimmung des Eisenoxyduls durch Aufschliessen der Substanz mit reiner, von H^2S und SO^2 freier Flusssäure und verdünnter Schwefelsäure bei mässiger Wärme in einem geräumigen Platintiegel, durch dessen nicht hermetisch schliessenden Deckel während der Operation Kohlensäure eingeleitet wurde. Die im Kohlensäurestrom erkaltete Flüssigkeit titrirte man mit Kaliumpermanganatlösung.[2]

V. Bestimmung des Chlors. Da dasselbe zumeist als Apatit vorhanden ist und dieser sich durch Essigsäure nicht, wohl aber durch verdünnte Schwefelsäure leicht und vollständig zerlegen lässt, so digerirte man das Gesteinspulver mehrere Stunden unter häufigem energischen Umrühren bei mässiger Wärme mit verdünnter Schwefel-

---

[1] Direct aus dem Glühverlust lassen sich hier Wasser und Bitumen nicht bestimmen, da niedere Oxydationsstufen sowohl des Eisens, wie des Mangans in den Gesteinen vorhanden sind und durch ihre beim Glühen eintretende Oxydation auf einen zu geringen Wassergehalt führen, falls man nicht während des Glühens und Erkalten des fraglichen Tiegels Kohlensäure einleitete.

[2] Hoher Bitumengehalt oder Gehalt anorganischer Substanz beeinträchtigen unstreitig die Genauigkeit dieser Bestimmung. Da dabei jedoch jegliche Oxydationen auszuschliessen sind, dürfte sich diese Fehlerquelle kaum eliminiren lassen.

säure, filtrirte und fällte sodann das Chlor mit Silberlösung. Controlbestimmungen, bei denen man die Substanz mit Natriumcarbonat aufschloss, die in Wasser zerfallene Schmelze mit Schwefelsäure ansäuerte etc. ergaben keine höhere, im Gegentheil mehrfach niedrigere Resultate, so dass bei der hohen Temperatur, welcher die Mischung in der Muffel vorher ausgesetzt worden war, neben der Kohlensäure vermuthlich sich auch etwas Natriumchlorid verflüchtigt hatte.[1]

VI. Bestimmung des Schwefels und der Schwefelsäure. Zu ersterem Zwecke wurde das Gestein mit Salpeter und Soda, zu letzterem nur mit Soda aufgeschlossen und die entstandene, resp. die bereits vorhandene Schwefelsäure in beiden Fällen mit Bariumchlorid gefällt. Der Gehalt an Schwefelsäure ergab sich sodann direct, der an Schwefel durch eine einfache Berechnung.

VII. Trennung des löslichen Silicats vom Quarz und unlöslichen Silicat (Ausführung der Partialanalysen). Diese Trennung ist, wie später mitzutheilende Versuche lehren werden, scharf überhaupt nicht zu ermöglichen, weil auch Quarz, Feldspath etc. nicht unwesentlich von Säuren angegriffen werden. Um jedoch vom chemischen Standpunkte aus wenigstens ohngefähre Schlüsse auf die Natur des löslichen Silicats machen zu können, sind zu den meisten unserer Bauschanalysen auch die betreffenden Partialanalysen ausgeführt. *a) Lösliches Silicat.* Die Zerlegung des Gesteinspulvers geschah meist mit concentrirter Schwefelsäure, in einigen Fällen auch, um den verschiedenen Effect vergleichen zu können, mit Salzsäure. *b) Quarz und unlösliches Silicat.* Die Zusammensetzung des nach dem Behandeln des Gesteinspulvers mit concentrirten Säuren hinterbliebenen Rückstandes, dem der Gehalt an dem löslichen Silicat zugehöriger Kieselsäure durch siedende Natriumcarbonatlösung entzogen worden war, wurde nicht direct, sondern indirect durch Subtraction der ad VII a erhaltenen Werthe von den Resultaten der betreffenden Bauschanalysen zu ermitteln gesucht.

Nachfolgende Tabelle bringt die Ergebnisse der vorstehend von I bis VI abgehandelten Untersuchungen:

---

[1] Die angewendete Schwefelsäure war nahezu chlorfrei, die mehrfach umkrystallisirte, sehr reine Soda enthielt pro gr 0,00005 gr Cl.

Tabelle III.

A. Kieselschiefer.

Nr.	I.	II.	III.	IV.	V.		*Durchschnitt.*
SiO^2	95,331	90,122	92,541	94,002	90,415		92,482
$BaSO^4$	—	—	—	—	—		
TiO^2	Spr.	Spr.	Spr.	Spr.	Spr.		
Fe^2O^3	0,005	0,507	0,575	0,115	1,575		0,555
FeO	0,611	0,883	0,728	0,650	0,628		0,700
Al^2O^3	1,210	2,790	2,838	2,610	3,237		2,537
MnO	—	—	—	—	—		
CaO	0,961	1,954	0,910	1,270	1,701		1,359
MgO	0,132	0,436	0,331	0,441	0,284		0,324
K_2O	0,247	0,971	0,563	0,550	0,390		0,544
Na_2O	0,400	0,939	0,275	0,383	0,710		0,541
P^2O^5	Spr.	Spr.	Spr.	Spr.	Spr.		
$CuFeS^2$	0,011	Spr.	0,020	0,127	0,011		0,034
FeS^2	0,088	—	—	—	—		
Sb^2S^3	Spr.	Spr.	Spr.	Spr.	Spr.		
CO^2	—	—	—	—	—		
Cl	0,087	0,041	0,050	0,059	0,026		0,052
H^2O	1,107	2,051	1,894	1,366	2,313		1,746
C	0,722	0,351	0,146	0,422	0,589		0,556
S	Schon verrechnet.	Spr.	Schon verrechnet.	Schon verrechnet.	Schon verrechnet.		
SO^3	0,453	—	—	—	—		
Summa	101,365	101,045	100,871	101,995	101,879		

B. Adinolen.

Nr.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	*Durchschnitt.*
SiO^2	31,858	75,736	67,103	79,503	82,394	80,106	77,278
$BaSO^4$	—	—	—	—	—	—	
TiO^2	Spr.	Spr.	Spr.	Spr.	Spr.	Spr.	
$CuFeS^2$	Spr.	Spr.	Spr.	Spr.	Spr.	Spr.	
FeS^2	Spr.	Spr.	Spr.	Spr.	Spr.	Spr.	
Sb^2S^3	Spr.	Spr.	Spr.	Spr.	Spr.	Spr.	
Fe^2O^3	0,115	0,109	0,749	1,544	0,301	0,403	0,749
FeO	0,360	1,034	1,077	2,317	0,348	1,372	1,278
Al^2O^3	0,213	1,004	15,975	6,174	6,476	11,792	10,209
P^2O^5	Spr.	0,138	0,558	Spr.	Spr.	0,155	(0,284)
MnO	10,021	4,920	0,820	1,742	—	—	(1,240)
CaO	27,921	5,360	1,981	1,810	1,210	Spr.	1,667
MgO	0,260	0,873	0,338	0,959	0,225	0,294	0,454
K_2O	0,241	0,882	1,210	1,318	0,741	0,430	0,925
Na_2O	0,703	2,491	9,261	2,114	6,182	4,031	4,397
H_2O	1,428	2,545	2,701	4,017	2,072	2,296	2,771
S	Spr.	Spr.	0,018	Spr.	0,145	Spr.	
SO^3	—	—	0,108	Spr.	—	—	
C	—	Spr.	0,027	0,241	—	—	0,134
CO^2	27,663	6,733	—	—	—	—	
Cl	Spr.	0,089	0,032	0,054	0,045	0,047	0,044
Summa	100,783	101,914	101,958	101,793	100,139	100,926	

C. Wetzschiefer.

Nr.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	Durchschnitt.
SiO^2	73,448	49,335	77,823	69,969	82,117	19,759	74,839
$BaSO^4$	—	—	—	—	—	—	
TiO^2	Spr.	Spr.	Spr.	Spr.	Spr.	Spr.	
$CuFeS^2$	0,340	0,200	0,230	0,213	0,126	0,436	0,227
FeS^2	Spr.	Spr.	Spr.	Spr.	Spr.	Spr.	
Sb^2S^3	Spr.	Spr.	Spr.	Spr.	Spr.	Spr.	
FeO	2,374	0,552	0,435	1,879	0,706	4,120	1,348
Fe^2O^3	1,814	0,520	1,114	0,790	0,123	0,327	0,960
Al^2O^3	12,756	4,052	11,779	17,602	10,999	1,212	13,284
P^2O^5	Spr.	Spr.	Spr.	0,145	Spr.	0,159	(0,132)
MnO	0,920	6,900	1,190	Spr.	Spr.	15,842	1,055
CaO	1,780	17,336	1,495	0,875	1,005	17,202	1,289
MgO	0,620	0,436	0,290	0,183	0,588	7,040	0,420
K_2O	1,614	0,484	0,783	0,680	1,621	0,554	1,174
Na_2O	1,290	1,196	3,720	3,580	1,850	1,174	2,610
H^2O	4,427	1,606	1,626	3,179	2,280	1,162	2,878
C	0,220	—	0,247	0,104	—	—	0,168
S	Schon verrechnet.	Schon verrechnet.	Schon verrechnet.	Schon verrechnet.	Schon verrechnet.	Schon verrechnet.	
SO^3	—	—	Spr.	Spr.	—	0,293	
CO^2	—	18,004	—	—	—	32,092	
Cl	Spr.	0,047	Spr.	0,095	Spr.	0,064	(0,039)
Summa	101,603	100,668	100,732	99,294	101,415	101,436	

Berechnung der carbonathaltigen Adinolen und Wetzschiefer auf carbonatfreie Gesteine.

A. Adinolen.

Adinole Nr. I. 27,92 CaO entsprechen 21,78 CO_2, letztere von der gesammten Kohlensäuremenge abgezogen giebt 27,66 — 21,78 = 5,88 pc. CO_2, die zur Sättigung 9,48 pc. MnO beanspruchen, so dass noch 0,54 pc. MnO in anderer Verbindungsform vorhanden sind.

Adinole Nr. II. 5,36 CaO entsprechen 4,18 CO^2; diese von der gesammten Kohlensäuremenge abgezogen giebt 6,73 — 4,18 = 2,55 pc. CO_2. Letztere binden 4,10 pc. MnO, so dass noch 0,82 pc. MnO als in anderer Verbindungsform vorhanden übrig bleiben.

Hiernach ist bei Abzug der Carbonate die procentale Zusammensetzung der

Adinole	*Nr. I.*	*Nr. II.*
SiO^2	89,15	88,31
Fe^2O^3	0,32	0,13
FeO	1,01	1,22
Al^2O^3	0,60	1,17
P^2O^5	—	0,16
MnO	1,53	0,96
MgO	0,73	1,02
K_2O	0,68	1,03
Na_2O	1,98	2,92
H_2O	4,00	2,97
Cl	—	0,11
Summa	100,00	100,00

B. Wetzschiefer.

Wetzschiefer Nr. II. 17,34 pc. CaO entsprechen 13,61 pc. CO_2, letztere von der Gesammtkohlensäure abgezogen, giebt 18,00 — 13,61 = 4,39 pc. Diese erfordern zu ihrer Sättigung noch 7,08 pc. MnO, was den thatsächlich gefundenen 6,90 nahezu entspricht.

Wetzschiefer Nr. VI. 17,20 pc. CaO entsprechen 13,50 pc. CO_2. Die in der Analyse nachgewiesenen 7,04 pc. MgO würden 6,32 pc. CO_2, die 15,84 pc. MnO aber 9,82 pc. CO_2 binden, so dass noch immer 2,45 pc. CO_2 disponibel bleiben, die an irgend eine andere Basis, vermuthlich an FeO gebunden sein können. 2,45 pc. CO^2 würden entsprechen 4,10 pc. FeO, mithin könnten nur noch 0,02 pc. FeO in anderer Verbindungsform vorhanden sein.

Es wäre somit nach Abzug der Carbonate die procentale Zusammensetzung des *Wetzschiefers:*

	Nr. II.	*Nr. VI.*
SiO^2	84,38	78,54
$CuFeS^2$	0,36	1,73
FeO	0,96	0,07
Fe^2O^3	0,90	1,30
Al^2O^3	6,93	4,82
P^2O^5	Spr.	0,63
MnO	—	—
CaO	—	—
MgO	0,75	—
K_2O	0,83	2,20
Na_2O	2,05	4,67
H_2O	2,76	4,62
SO_3	—	1,17
Cl	0,08	0,25
Summa	100,00	100,00

Bemerkung. Die Mittelwerthe sind aus den in der Tabelle VI, A, B, C angeführten Analysen und zwar aus den der typischen, also carbonatfreien Gesteine berechnet; von den eingeklammerten Zahlen (welche mit Berücksichtigung sämmtlicher Analysen gefunden sind) muss bei weiteren Vergleichen abgesehen werden. — Die bei einer anderen Gelegenheit bereits mitgetheilten Analysen Harzer Adinolen (cf. Ztsch. d. dtsch. geolog. Ges. Bd. XXIX, 434 und 435) schliessen sich obigen Analysen an, nur zeigt sich bei dreien jener Analysen das Verhältniss von FeO zu Fe^2O^3 nicht an derartige Gesetzmässigkeiten gebunden, wie das nach den nunmehr vorliegenden Analysen der Fall sein sollte. — Dieses erklärt sich dadurch, dass jene fraglichen Gesteine ziemlich stark von eisenschüssigen, (mehr Fe^2O^3-haltigen) Klüften durchsetzt waren, deren Ausfüllungsmaterial sich von der eigentlichen Gesteinsmasse nicht in genügender Weise hatte absondern lassen. Die vorstehend angeführten Analysen beziehen sich dagegen auf völlig reines, mit grösster Sorgfalt ausgesuchtes Material; nicht unerwähnt bleiben mag, dass andere, bereits zu jener Zeit ausgeführte, jedoch nicht publicirte Adinolanalysen sich unsern nunmehrigen Resultaten auch bezüglich des Quotienten $\frac{FeO}{Fe^2O^3}$ besser anschliessen; es wurden jene Analysen aber für vorliegenden Zweck nicht mit der Discussion unterzogen, weil es diesenfalls auf völlig reines Gesteinsmaterial ankam, was sich von jenem früheren Probematerial nicht mit Sicherheit behaupten lässt.

Die Gehalte an den verschiedenen Elementen zeigen innerhalb unserer drei Gruppen erhebliche Schwankungen,[1] trotzdem aber lassen schon die aus dieser geringen Anzahl von Analysen berechneten Durchschnittswerthe charakteristische Unterschiede hervortreten.

Von vorliegenden Analysen sind die der Adinolen Nr. I und II, ebenso die der Wetzschiefer Nr. II und VI sowohl bei der Interpretation der Analysen, wie für die Berechnung der Durchschnittswerthe nicht in Betracht gezogen, da sie selbstredend nicht als typische Repräsentanten der betreffenden Gruppen aufgefasst werden können. Selbst nach Abzug der in ihnen enthaltenen Carbonate ($CaCO_3$, $MnCO_3$ [$MgCO_3$, $FeCO_3$]) und Berechnung des Restes auf 100 schliessen sich die Werthe der aus den Analysen der typischen Adinolen und Wetzschiefer berechneten Durchschnittszusammensetzung nicht recht an. Die fraglichen vier Vorkommnisse haben somit bei dem reichhaltigen (secundären) Niederschlag von Carbonaten in ihnen sowohl ihren physikalischen wie chemischen Charakter stark geändert, derart, dass nicht einmal der nach Abzug

[1] Trotz aller Vorsicht bei Ausführung der Analysen, trotzdem z. B. bei den ganzen Alkalibestimmungen nur in Platingefässen gearbeitet, ferner jeder Niederschlag auf Reinheit untersucht, vor Allem stets von jeglichem Kieselsäuregehalt befreit worden ist etc. zeigt sich bei den meisten Analysen ein beträchtlicher Ueberschuss über 100. Dies hat vor Allem wohl seinen Grund darin, dass bei Ausführung der Hauptanalysen sich ein Heissstellen resp. Aufkochen der salzreichen Flüssigkeit in Glasgefässen nicht vermeiden lässt; letztere werden dabei bekannter Maassen erheblich angegriffen. Weiter ist bei einzelnen Körpern nicht genau zu sagen, in welcher Verbindungsform man sie in Rechnung führen soll. So lehrt z. B. das Mikroskop, dass sich in fast sämmtlichen Gesteinen grössere oder geringere Beträge von Eisen- und Mangan-Hydroxyden vorfinden, bald heller, bald dunkler gefärbt und jedenfalls von wechselndem Gehalt an Wasser, welches Hydroxyd soll da nun für die durchschnittliche Zusammensetzung in Anrechnung gebracht werden? Weiter enthalten die sämmtlichen Gesteine etwas organische Substanz, die neben Wasserstoff und Kohlenstoff vermuthlich auch etwas Sauerstoff enthält. Die dafür in Anrechnung zu bringende Formel lässt sich wiederum wohl kaum ermitteln, zumal bei der procental so sehr geringen Menge, zu welcher sich die organische Substanz überhaupt an der Zusammensetzung der Gesteine betheiligt. — Beim Glühen im Sauerstoffstrom wurde nun auch der Wasserstoff der organischen Substanz zu Wasser oxydirt und als solches gewogen, was bei der Zusammenstellung der Analysen stets einen, wenn auch nur sehr geringen Ueberschuss über 100 nach sich ziehen musste, der allerdings dadurch in etwas compensirt wird, dass der in der organischen Substanz vielleicht vorhandene Sauerstoff nicht bestimmt ward.

jener Carbonate bleibende Rest genügende Analogien zu den Analysen der unveränderten Adinolen und Wetzschiefer darbietet.

Von den Bestandtheilen unserer Gesteine sind viele nur in minimaler Menge vorhanden, es hält jedoch schwer zu bestimmen, welche von diesen unwesentlichen Bestandtheilen man nun den accessorischen zurechnen soll, welche nicht. Mit Zuhülfenahme der mikroskopischen Untersuchung stellt man am sichersten nur die Sulfide und deren Zersetzungsproducte in die Classe der accessorischen Gemengtheile.

Unter den wesentlichen und typischen Gemengtheilen spielt natürlich in allen diesen Gesteinen die Kieselsäure die bedeutendste Rolle. Sie ist sowohl als Silicat im gebundenen, wie im freien Zustande als Quarz vorhanden. Bei den Kieselschiefern im Durchschnitt 92 pc., bei den Adinolen 77,3, bei den Wetzschiefern 74,8 pc. betragend, veranlasst schon sie mindestens zu einer zweifachen Gruppirung unserer Gesteine, deren erste die ***sauersten Gesteine***, die Kieselschiefer, und deren zweite die ***basischeren Gesteine***, die Adinolen und Wetzschiefer umfasst. Da die saurerern Gesteine einen relativ geringeren Gehalt an specifisch schweren Basen führen müssen, so kann das durchschnittlich minder hohe specifische Gewicht der Kieselschiefer im Vergleich mit dem der anderen Gesteine nicht auffallen.

Tabelle IV.

Nr.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Kieselschiefer . .	2,82	2,65	2,67	2,67	2,70	
Adinole	2,70	2,68	2,73	2,90	2,77	2,67
Wetzschiefer . .	2,79	2,65	2,61	2,75	2,68	3,02

Das specifische Gewicht beträgt nach vorstehender Tabelle somit im Durchschnitt

für die Kieselschiefer = 2,702
„ „ Adinolen = 2,74
„ „ Wetzschiefer = 2,75

oder, wenn man die carbonatreichen Glieder der zweiten Hauptgruppe nicht berücksichtigt:

für die Adinolen = 2,77
„ „ Wetzschiefer = 2,71.

Es ist im letzteren Falle freilich bei den Wetzschiefern niedriger

als bei den Adinolen, was wohl darin seine Erklärung findet, dass von den Wetzschiefern zwei ziemlich saure, stark alkalihaltige (besonders Nr. III), von den Adinolen hingegen eine verhältnissmässig sehr FeO-haltige Varietät (Nr. IV) vorliegt. *Jedenfalls ist für die beiden Glieder unserer zweiten Hauptgruppe gegenüber der saurerern Gruppe ein durchschnittlich höheres specifisches Gewicht charakteristisch.* In Uebereinstimmung hiermit muss natürlich auch der Sauerstoffquotient, also das Verhältniss[1]

$$\frac{\acute{R}^2O + \acute{\acute{R}}O + \acute{\acute{\acute{R}}}^2O^3}{SiO^2 (TiO^2, P^2O^5, SO^3)}$$

für die Kieselschiefer niedriger ausfallen, als für die anderen Gesteine. Aus den Durchschnittswerthen berechnet beträgt derselbe

α) mit Berücksichtigung von H(OH)

bei den Kieselschiefern $\frac{1,768 + 0,662 + 1,353}{48,972} = 0,077$

„ „ Adinolen $\frac{3,569 + 1,202 + 5,015}{40,957} = 0,239$

„ „ Wetzschiefern $\frac{3,410 + 1,057 + 6,521}{39,605} = 0,277$

β) ohne Berücksichtigung von H(OH)

bei den Kieselschiefern $\frac{0,232 + 0,662 + 1,353}{48,972} = 0,046$

„ „ Adinolen $\frac{0,300 + 1,202 + 5,015}{40,957} = 0,159$

„ „ Wetzschiefern $\frac{0,878 + 1,057 + 6,521}{39,605} = 0,213.$

Derselbe ist mithin dem Gehalt an Kieselsäure umgekehrt proportional, bei den sehr kieselsäurereichen Kieselschiefern auffallend klein, bei den Adinolen demjenigen ziemlich gleich, welchen man für Hälleflinta und Petrosilex angegeben findet, bei den Wetzschiefern am grössten, aber immer noch weit kleiner, als er gewöhnlich für Culm-Thonschiefer angegeben wird.

Abgesehen von der Kieselsäure ergeben die Analysen in den unveränderten Gesteinen an *Säuren* zunächst Schwefelsäure, meist nur Spuren, bei zwei Nummern (Kieselschiefer Nr. I, Wetzschiefer Nr. VI) aber sehr wägbare Mengen: 0,4 resp. 0,3 pc. Beide Gesteine zeigen gleichzeitig einen relativ starken Kiesgehalt, es liegt demach die Vermuthung recht nahe, dass jene Schwefelsäure durch

[1] Auf die entsprechenden Sauerstoffmengen umgerechnet.

Oxydation eines Theiles der Sulfide, namentlich wohl des Eisensulfids entstanden ist. Dieser Oxydationsprocess lässt sich zudem in einzelnen seiner Phasen unter dem Mikroskop deutlich verfolgen. Die Verwitterung liess zunächst Eisensulfate und zwar je nach ihrer Dauer Ferro- resp. Ferri-Sulfat entstehen; letzteres, welches ohnehin bei weitergehender Oxydation immer mehr hydroxydhaltig, also zu immer basischerem Sulfat wird, lieferte schliesslich, ebenso wie das Ferrosulfat durch Umsetzung, sei es mit Bicarbonat-haltigen Solutionen, sei es mit alkalihaltigen Silicaten: Brauneisen, Rotheisen, Eisenglanz, sogar Magneteisen. Die Schwefelsäure aber wurde an andere Basen, wahrscheinlich an Alkalien, vielleicht auch an Calcium gebunden und zum Theil als lösliches Alkalisulfat fortgeführt. Derartige Umwandlungsprocesse von Sulfiden lassen sich in einzelnen ihrer Stadien besonders in den Kieselschiefern und Wetzschiefern schön beobachten. Namentlich für den Kieselschiefer Nr. I ergiebt die Analyse einen relativ hohen Eisenkiesgehalt, was mit der makroskopischen Untersuchung stimmt. Im Uebrigen wurde bei der Zusammenstellung der Analysen das auf analytischem Wege ermittelte Kupfer[1] auf Kupferkies, letzterer auf Schwefel umgerechnet und durch Vergleich mit dem gesammten, direct bestimmten Schwefelgehalt der wahrscheinliche Gehalt an Schwefelkies festzustellen gesucht. Selbstredend brachte man die so gebundenen Eisenmengen von dem in der Analyse gefundenen und zwar von dem in höherer Oxydationsform auftretenden Eisen wieder in Abrechnung. —

[1] Die Gegenwart metallischen Kupfers ist in den Gesteinen, wenn man sich ihren Bildungsprocess vergegenwärtigt, nicht wohl anzunehmen. Bei der leichten Oxydationsfähigkeit des Kupfers an feuchter Luft und den während des Verfestigungsprocesses unserer Gesteine in Wirksamkeit tretenden oxydirenden Agentien wäre höchstens noch das Vorhandensein von Kupfer in oxydirter Form, vielleicht auch als Kupfersilicat denkbar. Diese Fragen lassen sich bei der überaus geringen Menge, zu welcher sich das Kupfer überhaupt hier vorfindet, nicht entscheiden. Digerirt man das Gesteinspulver mit Silberlösung, so zeigt sich nur in zwei Fällen, bei den Adinolen Nr. III und IV eine Abscheidung metallischer Silberblättchen, die allerdings so stark ist, dass gelegentlich der Chlorbestimmung im einen Fall (Nr. IV) das derart erhaltene metallische Silber durch heisses AmOH von dem gleichzeitig gefällten AgCl getrennt und für sich bestimmt werden musste. Das Eintreten jener Reaction sind wir geneigt, nicht etwa durch die Gegenwart metallischen Eisens oder Kupfers, sondern durch einen relativ beträchtlicheren Gehalt jener Adinole an Ferrosulfat zu erklären.

An in den Gesteinen vorhandenen Säuren sind weiter noch Phosphorsäure und Titansäure zu nennen; ihre Anwesenheit erklärt sich durch Apatit und irgend ein Titanat, resp. titansäurehaltige Hornblende oder Glimmer, welche in den Gesteinen so vielfach zu beobachten sind. Den in den Analysen angeführten Chlorgehalt wird man zuvörderst auch auf Rechnung von Apatit setzen. Berechnet man jedoch die in einzelnen Fällen analytisch ermittelte Phosphorsäure auf Apatit und die so gefundene Apatitmenge selbst unter Annahme eines gesättigten Chlorapatits[1] auf Chlor, so ergiebt sich, mit Berücksichtigung des ebenfalls direct bestimmten Chlorgehalts, dass geringe Mengen von Chlor noch in anderer Verbindungsform in den Gesteinen vorhanden sein müssen.

Vielleicht betheiligt sich hie und da Kochsalz in höchst gesättigter Lösung an der Ausfüllung der unter dem Mikroskop erscheinenden winzigen Hohlräume, bei deren unendlicher Kleinheit an eine Ausführung mikroskopischer nasser Proben indess nicht zu denken war.

Als Resumé vorstehender Betrachtungen ergiebt sich, dass an Säuren in den Gesteinen zumeist Kieselsäure neben geringen Mengen von Titansäure, Phosphorsäure und Schwefelsäure, accessorisch Kohlensäure sich vorfinden und zwar in Form von Silicaten (bei dem hohen Kieselsäuregehalt neben viel freier Kieselsäure), von Titanaten (resp. titansäurehaltiger Hornblende, titansäurehaltigen Glimmers), Phosphaten, Sulfaten resp. Carbonaten.

Weiter ergab sich, dass auch Sulfide, wie Chloride, sich an der Zusammensetzung unserer Gesteine betheiligen.

Unter den *Basen*, welche zum grössten Theil wohl silicirt auftreten, sind zuvörderst:

$$Fe^2O^3,\ FeO,\ Al^2O^3 \text{ und } MnO$$

zu erwähnen.

Der durchschnittliche Eisenoxydulgehalt beträgt

bei den	Kieselschiefern	0,700
„ „	Adinolen . .	1,278
„ „	Wetzschiefern	1,348 pc.;

der durchschnittliche Eisenoxydgehalt

---

[1] Fluor hatte durch die qualitative Prüfung in keinem Gestein nachgewiesen werden können, so dass auch kein Fluorapatit vorhanden sein wird.

bei den Kieselschiefern	0,555	pc.
„ „ Adinolen . .	0,749	„
„ „ Wetzschiefern	0,960	„

In allen drei Gesteinsvarietäten ist somit der Gehalt an FeO höher, als der an Fe^2O^3. Der Quotient $\frac{FeO}{Fe_2O_3}$ beträgt

bei den Kieselschiefern	1,26
„ „ Adinolen . .	1,706
„ „ Wetzschiefern	1,404.

Das gegenseitige Verhältniss im Gehalt an diesen Basen ergiebt sich, falls man den in den Kieselschiefern vorhandenen niedrigsten Werth gleich 1 setzt, hinsichtlich des FeOgehalts, zu:

1 : 1,82 : 1,92,

hinsichtlich des Fe^3O^3gehalts aber zu:

1 : 1,35 : 1,73.

Der durchschnittliche Thonerdegehalt ist

bei den Kieselschiefern	2,537	pc.
„ „ Adinolen . .	10,209	„
„ „ Wetzschiefern	13,284	„,

das entsprechende gegenseitige Verhältniss mithin gleich:

1 : 4,02 : 5,23.

Bezüglich des Gehalts an MnO erscheinen weitere Vergleiche werthlos; der MnO-Gehalt schwankt innerhalb der einzelnen Classen sehr, tritt in der Regel aber recht zurück. Völlig manganfreie Varietäten wird man jedoch nur selten antreffen. Wie das Eisen, so ist auch das Mangan in Form verschiedener Oxydationsstufen in den Gesteinen enthalten, die grössten Theils variabel zusammengesetzte Hydroxyde bilden. Ein Theil dieser Elemente ist jedoch, wie das eine spätere Betrachtung ergeben wird, zweifelsohne auch silicirt vorhanden. Aus der Gruppe der alkalischen Erden sind nur CaO und MgO vertreten. Der durchschnittliche CaO-Gehalt beträgt

bei den Kieselschiefern	1,359	pc.
„ „ Adinolen . .	1,667	„
„ „ Wetzschiefern	1,289	„,

das entsprechende Verhältniss mithin:

1,05 : 1,29 : 1.

Bezüglich des Gehalts an MgO berechnet sich das Verhältniss:

1 : 1,4 : 1,29,

bezüglich der Summe von Alkalien ($K_2O + Na_2O$) ein solches von:

1 : 4,905 : 3,48.

Nach vorliegenden Analysen ist somit für die Adinolen gegenüber den andern Gesteinen *ein relativ hoher Gehalt an alkalischen Erden und Alkalien characteristisch.*

Während in den Kieselschiefern weiter das Verhältniss von $Na_2O : K_2O$ ein wenig verschiedenes ist, das K_2O sogar im Ganzen das Na_2O überwiegt, ist die Sache bei den andern Gesteinen umgekehrt. Der Gehalt an Na_2O tritt hier mehr hervor und zwar ermittelt sich der betreffende Quotient $\left(\frac{Na^2O}{K^2O}\right)$ bei den Wetzschiefern zu 2,22, bei den Adinolen zu 4,75. *In den Adinolen überwiegt daher der Gehalt an Na_2O den an K_2O noch weit mehr, als das bei den Wetzschiefern der Fall.*

Von rein chemischem Standpunkt aus haben sich also für die nähere Classifirung unserer Gesteine gerade bezüglich des Gehalts an alkalischen Erden und Alkalien gewichtige Unterschiede ergeben.

Dem durch Lossen und Andere gefundenen Resultate, dass in den Adinolen relativ natronreiche, aber kaliarme hälleflintähnliche Gesteine vorliegen, schliessen sich nach Obigem auch unsere an den rein sedimentären Oberharzer Adinolen gewonnenen Ergebnisse an. Ein auf die weiteren analytischen Daten ausgedehnter Vergleich lässt hingegen nicht ganz die nämlichen Verhältnisse erkennen, wie sie sich aus vorliegenden Adinolanalysen berechnen. So erweist z. B., um nur Einzelnes herauszugreifen, die auf Anregung Lossens durch Bülowius analysirte rothbraune, echt sedimentäre Adinole vom Geistlichen Berg bei Herborn im Dillenburgischen (Ztsch. d. dtsch. geol. Gs. Bd. XXIV, pg. 738) allerdings einen dem Kaligehalt gegenüber sogar sehr hervortretenden Natrongehalt, hingegen mehr Thonerde und nicht das Verhältniss zwischen den Oxydationsstufen des Eisens, wie wir es an der Oberharzer Adinole fanden, so zeigt ferner eine im Auftrage Lossens durch Pufahl analysirte grüne Lerbacher Adinole (Ztsch. d. dtsch. geol. Gs. Bd. XXXI, pag. 443), die also eigentlich etwa mit der vorliegenden Adinolanalyse Nr. IV die grösste Aehnlichkeit erkennen lassen müsste, viel weniger Natron, als Kali, wohl aber einen normalen Thonerdegehalt, sowie mehr Eisenoxydul, als Eisenoxyd. Auffallend ist weiter das in beiden Fällen angegebene ziemlich niedrige spec. Gewicht, auffallend, da die betreffenden Gesteine einen verhältnissmässigen niedrigen resp. nicht sehr

hohen Kieselsäuregehalt zeigen. Bei den so vielfachen in all diesen Gesteinen (auch den Adinolen) vorkommenden, verschiedenen Gemengtheilen ist natürlich niemals eine völlige Uebereinstimmung der Analyse selbst makroskopisch vielleicht kaum von einander zu unterscheidender Vorkommnisse zu erwarten. Auffällig können daher diesen Falls höchstens die bezüglich des Lerbacher grünen Sediments gefundenen abweichenden Resultate erscheinen.

Die Frage nach der Silicirungsstufe der vorhin abgehandelten Oxyde und daraus folgernd auch über den Gehalt an freier Kieselsäure soll zu erörtern gesucht werden, nachdem zuvörderst noch die anderen allgemeinen Ergebnisse unserer Bauschanalysen discutirt sind.

Gehalt an Wasser.

Der zum Theil hohe Wassergehalt unserer Gesteine entstammt zumeist Hydroxyden, sowie wasserhaltigen Silicaten; er beträgt im Durchschnitt bei den Kieselschiefern 1,746 pc., bei den Adinolen 2,771 pc. und bei den Wetzschiefern 2,878 pc. Das bezügliche Verhältniss berechnet sich mithin zu

1 : 1,58 : 1,646.

Gehalt an Kohlenstoff.

Derselbe ist in den Kieselschiefern am höchsten — verdanken dieselben doch gerade ihm ihren vorwiegend tiefschwarzen Farbenton. Er beträgt 0,556 pc. Die Adinolen und Wetzschiefer enthalten weniger Kohlenstoff. Berechnet man aus den wenigen für diese Gesteine ausgeführten Kohlenstoffbestimmungen den Durchschnitt, so stellt sich derselbe bei der Adinole zu 0,134 pc., bei dem Wetzschiefer zu 0,168 pc. heraus.

Auf analytischem Wege den directen Nachweiss zu führen, dass der Kohlenstoff sich in den Gesteinen, auch in den Kieselschiefern zum Theil als wasserstoff- und vielleicht auch sauerstoffhaltige organische Substanz vorfindet, hält bei der ausserordentlich geringen Menge der letzteren jedenfalls sehr schwer.[1]

[1] Man hätte vielleicht die fein gepulverte Substanz zu sehr grosser Menge in einem gewaschenen und getrockneten Kohlensäurestrom stark glühen, die sich entwickelnden, wasserstoff-, kohlenwasserstoff- und sauerstoffhaltigen Gase durch eine Schicht glühenden Kupferoxyds streichen lassen und letztere nach völliger Verdrängung der Gase durch Kohlensäure und Erkaltenlassen im Kohlensäurestrom mit Silberlösung digeriren können. Dem standen neben praktischen jedoch noch theoretische Schwierigkeiten entgegen. Das Wasserstoffgas und Sauerstoffgas, welche sich durch Zersetzung der organischen

Als wichtigste Ergebnisse obiger Betrachtnngen lassen sich nunmehr folgende hinstellen: 1) Die sämmtlichen, einander verwandten Gesteine bestehen aus einem Gemenge von Kieselsäure (Quarz) und zum Theil wasserhaltigen Silicaten, welches geringe Beträge von Phosphaten, Sulfaten, (Titanaten), Chloriden, Kohlenstoff, organische Substanz, sowie von Hydroxyden, zum Theil auch Carbonaten führt. Sobald sich indess der Kohlensäuregehalt irgendwie erheblich steigert, ist das betreffende Gestein nicht mehr als typisches anzusehen.[1] 2) Die Gesteine lassen sich nach dem Kieselsäuregehalt in zwei Gruppen zerlegen, deren erste die stark sauren, weniger schwere Basen führenden und desshalb specifisch leichteren Kieselschiefer und deren zweite. die weniger sauren, specifisch schwereren Adinolen und Wetzschiefer umfasst. 3) In sämmtlichen Gesteinen überwiegt das Eisenoxydul das Eisenoxyd, am wenigsten bei den Kieselschiefern, am meisten bei den Adinolen. 4) Die Kieselschiefer sind reicher an Kohlenstoff und organischer Substanz, dagegen ärmer an Wasser, als die Adinolen und Wetzschiefer, von letztern sind die wasserreichsten die mehr Hydroxyde enthaltenden Wetzschiefer. 5) Der Gehalt an silicirten Basen ist in den Kieselschiefern weitaus geringer, besonders der Gehalt an Thonerde und Alkalien viel niedriger, als bei den Adinolen und Wetzschiefern. Ausserdem überwiegt unter den Alkalien beim Kieselschiefer im Allgemeinen das Kalium, was bei den anderen Gesteinen nicht der Fall. 6) Die Wetzschiefer und Adinolen unterscheiden sich durch Quantität, wie gegenseitiges Verhältniss ihrer silicirten Basen sehr von einander.

Substanz neben Kohlenwasserstoffen erzeugten, würden z. Th. sich mit einander vereinigt und somit die an und für sich schon nicht sehr zuverlässige Methode mehr oder wenig illusorisch gemacht haben. — Unter dem Mikroskop sind unbedingt deutlich Sachen zu erkennen, die man nicht wohl anders, denn als organischen Staub deuten kann.

[1] Wie eine mikroskopische Probe lehrt, findet man fast in jeder Adinole und in jedem Wetzschiefer Spuren von CO^2. Bei den Kieselschiefern lässt sich das wegen des in der Regel sehr dunkeln Bildes schlechter beobachten. Mit Berücksichtigung des pag. 84 Erwähnten kann dieser fast überall nachweisbare Kohlensäuregehalt nicht auffallen. Derselbe ist bei den typischen Gesteinen jedoch so gering, dass er sich nicht quantitativ bestimmen lässt. — Spielt jener Zersetzungsprocess eine irgend erhebliche Rolle, erzeugen sich grössere Anhäufungen von Carbonaten, namentlich $CaCO_3$, so ist das betreffende Gestein (namentlich also die Adinole resp. der Wetzschiefer) kein typisches mehr. Solche Uebergänge in stark carbonathaltige Gebilde sind im Uebrigen häufig anzutreffen.

Der Gehalt an Eisenoxydul, Eisenoxyd, namentlich an Thonerde ist in den Wetzschiefern höher, als in den Adinolen, der an alkalischen Erden, namentlich aber an Alkalien umgekehrt bei den Adinolen höher. Bei beiden überwiegt der Gehalt an Natrium den an Kalium, was besonders bei den Adinolen scharf hervortritt.
7) Kieselschiefer sind unschmelzbar vor dem Löthrohr, lassen sich nicht mit dem Messer ritzen; Adinolen, wie Wetzschiefer sind bei gutem Blasen vor dem Löthrohr schmelzbar; erstere sind hart, lassen sich nicht mit dem Messer ritzen, letztere weicher, lassen sich mit dem Messer ritzen.

Die Hauptmasse der besprochenen Gesteine setzt sich aus freier Kieselsäure (Quarz) und löslichen, wie unlöslichen Silicaten zusammen. Um nun die chemische Zusammensetzung der Gesteine auch nur annähernd genau angeben zu können, handelte es sich vor Allem um die Frage: *Wieviel von der analytisch nachgewiesenen Kieselsäure ist chemisch gebunden als sogenannte Silicatkieselsäure vorhanden? Ist es überhaupt möglich, die chemisch gebundene Kieselsäure von der freien Kieselsäure zu trennen oder nicht?* Hätten sich diese Fragen erledigen lassen, so war es natürlich leicht, auf dem Wege von Partialanalysen die Menge der löslichen Silicate, die der unlöslichen Silicate durch Rechnung wenigstens annähernd genau zu bestimmen und so die chemische Natur dieser Silicate im Ungefähren festzustellen.

Um die chemisch gebundene Kieselsäure zu bestimmen, würde man sich nach Säuren umzusehen haben, welche die Kieselsäure aus ihren Verbindungen, den Silicaten zu verdrängen im Stande sind, also nach Säuren mit ausgesprochener, starker Affinität zu den Basen. Da die Austreibung der Kieselsäure aus ihren Verbindungen aber nur bei hoher Temperatur vor sich gehen kann, so müssen diese Säuren entweder einen hohen Siedepunkt haben oder feuerbeständig sein. Es empfehlen sich da: concentrirte Schwefelsäure, Borsäure und Phosphorsäure. Wirkten diese Säuren in oben angedeutetem Sinne und griffen sie dabei die freie Kieselsäure, besonders Quarz[1]

[1] Die freie, nicht gebundene Kieselsäure besteht hier, wie bereits aus den Partialanalysen hervorgeht, zum bei Weitem grössten Theil aus Quarz. Opalartige Kieselsäure ist nur wenig vorhanden.

nicht an, so konnte, falls übereinstimmende Resultate erhalten wurden, obige Frage mit einiger Sicherheit gelöst werden. Da von vorn herein an eine wesentliche Angreifbarkeit des reinen Quarzes durch obige Säuren nicht gedacht ward, so wurde zunächst die erste Nummer der Kieselschiefer direct den Versuchen unterworfen.

a) Versuch mit concentrirter Schwefelsäure. Dreifaches Abrauchen des feinen Gesteinspulvers in einer Porzellanschale mit concentrirter Schwefelsäure ($1 H_2SO_4 : 1 H_2O$), alsdann mit völlig concentrirter Schwefelsäure, stets völliges zur Trockne Dampfen und völliges Abrauchen der freien Säure, Erkaltenlassen, Aufnahme des trocknen Rückstandes mit verdünnter heisser Salzsäure, Aufkochen, Filtriren des Rückstandes, der bei gelungener Operation neben vielleicht nicht völlig verbranntem Bitumen die chemisch gebundene Kieselsäure gallertartig abgeschieden enthalten musste, Auswaschen mit salzsäurehaltigem heissen Wasser, Trocknen des noch feucht in einen Platintiegel gelegten Filters, Glühen, Anfeuchten, Hineinspühlen des Inhalts in eine Platinschale, mehrfaches Ausziehen mit concentrirter, siedender Natriumcarbonatlösung[1] unter häufigem Umrühren mit einem Platinspatel, Auswaschen des schliesslich noch bleibenden Rückstandes mit natriumcarbonathaltigem, heissem Wasser, Ansäuern des in einer geräumigen Platinschale aufgefangenen Filtrats mit Salzsäure, Hinzufügen des bei der ersten Filtration erhaltenen sauren Filtrats, welch letzteres noch etwas gelöste Kieselsäure (jedenfalls der Silicatkieselsäure zugehörig) enthalten konnte, Verdampfen dieser ganzen Flüssigkeit zur Trockne, Aufnehmen des staubtrocknen Rückstandes mit verdünnter, heisser Salzsäure und Bestimmung der unlöslich zurückbleibenden Kieselsäure. Dieselbe musste die im löslichen Silicat enthaltene Kieselsäure ohne Zweifel, vielleicht auch noch die im unlöslichen Silicat vorhandene repräsentiren. Man erhielt 3,472 pc. SiO_2, jedoch war dem zurückgebliebenen Rückstand die völlig unzureichende Zersetzung anzusehen.

b) Versuch mit B^2O^3. Borsäurekrystalle wurden in einem hohen, in heissglühender Muffel stehenden Platintiegel eingeschmolzen; man goss die Schmelze in eine Platinschale aus, zerstiess sie und bewahrte diese zu den verschiedenen Versuchen benutzte calcinirte Borsäure in einem Schwefelsäureexsiccator auf. In diesem

---

[1] Das angewendete, krystallisirte $Na_2CO_3 + 10 H_2O$, in jeder Beziehung sehr rein, enthielt pro gr. 0,00037 gr SiO_2.

Falle war das Verfahren folgendes: Aufschliessen des Gesteinspulvers mit der 3—4fachen Menge calcinirter Borsäure in der Muffel bis zu längerem, gleichmässigen ruhigen Fluss der nach dem Erkalten bleigrauen Schmelze, Zerfallenlassen in heissem, salzsäurehaltigem Wasser, Filtriren, Auswaschen mit heissem Wasser, Trocknen des Rückstandes u. s. f. nach der ad a) angeführten Methode, indem auch hier der angesäuerten Lösung das erste, möglicher Weise etwas (lösliche) Kieselsäure enthaltende saure Filtrat beigefügt wurde.

Man erhielt 73,6 pc. SiO^2.

c) Versuch mit H^3PO^4. Reine Phosphorsäurekrystalle wurden in einer Porzellanschale zerstossen; das so erhaltene Pulver bewahrte man wieder unter dem Schwefelsäureexsiccator zu den verschiedenen Versuchen auf.

Ausführung: Mengen des im Sauerstoffstrom geglühten[1] Gesteinspulvers mit dem 3fachen an Phosphorsäure, Erhitzen über der Berzeliuslampe erst vorsichtig bei mässiger Temperatur bis zum völligen Vertreiben des Wassers, alsdann bei höherer Temperatur, bis längere Zeit hindurch eine gleichmässig fliessende Schmelze erhalten war, Erkaltenlassen der letzteren, Zerfallen in heissem, salzsäurehaltigem Wasser und weitere Behandlung nach der ad a) und b) beschriebenen Methode.

Man erhielt 32,9 pc. SiO^2.

Es hatten sich also völlig ungleichmässige Resultate ergeben. Durch die Schwefelsäure war vermuthlich Nichts weiter oder doch nur wenig mehr an Kieselsäure aus den Silicaten verdrängt, als das, was als lösliches Silicat vorhanden gewesen, während Borsäure, wie Phosphorsäure unbedingt ausser den sämmtlichen Silicaten auch noch den Quarz erheblich angegriffen hatten.

Dass eben die freie Kieselsäure zum grössten Theile als Quarz und nur in ganz verschwindendem Masse als opalähnliche Masse (Hydrophan, Cacholong) vorhanden ist, lehren folgende Zahlen, die man durch Anwendung der Methode a) auf sämmtliche Gesteine erhielt:

---

[1] Bei dem Bitumengehalt des Kieselschiefers hätte sonst eine Reduction der Phosphorsäure und ein Angriff des Platintiegels durch Bildung von Phosphorplatin statthaben können.

Tabelle V
(in Procenten).

Nr.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Kieselschiefer . .	3,472	7,360	3,655	3,799	3,684	
Adinole	1,212	1,702	2,173	6,111	1,936	2,530
Wetzschiefer . .	14,120	3,659	5,947	9,662	10,285	3,702

Da weitere directe Beobachtungen zur Genüge bewiesen, wie wenig die Schwefelsäure unter diesen Umständen auf Quarz und unlösliche Silicate einwirkt, so repräsentirt die in obiger Weise abgeschiedene und bestimmte Kieselsäure im Wesentlichen nur die *als lösliche Kieselsäure in den Gesteinen vorhandene Kieselsäure.* Von reinem Quarz-, reinem Orthoklas- und Oligoklas-Pulver[1] wurden durch Behandlung mit Schwefelsäure und zwar durchaus nach Methode a

(beim Quarz) 0,980 pc. SiO^2
(„ Orthoklas) 1,859 „ „
(„ Oligoklas) 1,498 „ „

aufgelöst. *Schwefelsäure greift mithin reinen Quarz nur wenig an und zerlegt von den Silicaten im Wesentlichen nur die löslichen, ist also für unsern zunächstigen Zweck, also zur Bestimmung der gesammten Silicat-Kieselsäure nicht zu verwenden. Ebensowenig lassen sich Borsäure oder Phosphorsäure hierzu benutzen, da sie,* wie directe Versuche lehrten, auch *reinen Quarz erheblich angreifen.*

Von völlig reinem, im Stahlmörser möglichst weit zerkleinertem, sodann mittelst verdünnter Salzsäure von beigemengten Eisentheilchen befreitem, getrocknetem, darauf im Achatmörser völlig mehlfein geriebenem Quarz wurden durch Schmelzen mit der $3^1/_2$fachen Menge B_2O_3 (Methode b)

69,6 pc. SiO^2,

durch Schmelzen mit der $3^1/_2$fachen Menge H^3PO^4 (Methode c)

60,1 pc. SiO^2

als *löslich* abgeschieden, ein insofern interessantes Resultat, als damit durch den Versuch bewiesen ist, dass unter gewissen Umständen und bei gehörigen Temperaturen (man nahm die Versuche sämmt-

[1] Man wählte absichtlich Feldspäthe als unlösliche Silicate aus, weil nach den bisherigen Anschauungen anzunehmen war, dass diese neben dem Quarz in den vorliegenden Gesteinen die Hauptrolle spielen würden.

lich in der weissglühenden Muffel vor) durch Zusammenschmelzen von Quarz mit B^2O^3 resp. H^3PO^4 sich Verbindungen von Borsäure-Kieselsäure resp. Phosphorsäure-Kieselsäure bilden müssen, aus denen die Kieselsäure durch Säuren sich in gallertartiger Form abscheiden lässt. Der Quarz wird durch jenen Process also geradezu in die Form löslicher Kieselsäure übergeführt. Wählt man die Mengenverhältnisse entsprechend, so muss der ganze Quarz diesen Umwandlungsprocess erfahren, und wurden in der That bei einem späteren Versuch, wo man völlig reinen, zerriebenen Bergkrystall mit der 10fachen Menge calcinirter Borsäure gemischt und $3^3/_4$ Stunden in der weissglühenden Muffel geschmolzen hatte, 98,747 pc. desselben in die lösliche Modification übergeführt. Anders, als in oben ausgeführter Weise lässt sich diese Thatsache wohl kaum erklären, man hätte es somit hier mit ganz ähnlichen, merkwürdigen Verbindungen zu thun, wie es z. B. die Kieselsäure-Wolframsäure und die Phosphorsäure-Wolframsäure sind. Rammelsberg deutete übrigens[1] schon vor Langem, gelegentlich seiner Untersuchung über die chemische Zusammensetzung des Datoliths und des Botryoliths die Möglichkeit einer Verbindung von Borsäure-Kieselsäure an, versuchte dieselbe aber nicht direct darzustellen. Borsäure, wie Phosphorsäure waren für unseren Zweck demnach auch nicht zu gebrauchen.

Man versuchte nun weiter, da Schwefelsäure wenigstens den Quarz nur sehr unerheblich angegriffen hatte, dieses selbe Reagens in Anwendung zu bringen, jedoch unter Umständen, welche seine Wirksamkeit nach gedachter Richtung hin steigerten. Es wurde der nämliche Kieselschiefer, an welchem man schon die anderen Versuche ausgeführt hatte, mit der 10fachen Menge von Monokaliumsulfat aufgeschlossen, die freie Schwefelsäure abgeraucht, die Schmelze in heissem, salzsäurehaltigem Wasser zerfallen gelassen, aufgekocht, filtrirt, mit salzsäurehaltigem, heissem Wasser ausgewaschen und weiter nach der ad a beschriebenen Methode verfahren.

Die Wirkung der Schwefelsäure muss hier allerdings eine stärkere sein, da sie in statu nascenti wirkt, andererseits enthält das Salz eine stark alkalische Basis und war somit leichter eine Aufschliessung auch des Quarzes möglich. Man erhielt als vermeintliche Summe der chemisch gebundenen Kieselsäure nur 2,413 pc.,

---

[1] Ann. d. Ph. u. Chem. Bd. 47, 176.

also weniger, als bei Anwendung concentrirter Schwefelsäure. Dieses auffallende Resultat erklärt sich dadurch, dass bei diesem Aufschliessen mit $HKSO^4$ sich unlösliche Sulfate, in unserem Falle besonders Calciumsulfat, bilden, noch unzersetzte Substanz umhüllen, und so die Zerlegung eines Restes von löslichem Silicat verhindern. Quarz und Orthoklas enthalten derartige Basen nicht, müssen also theoretisch genommen durch Aufschliessen mit jenem sauren Sulfat in stärkerem Masse zerlegt werden, als durch concentrirte Schwefelsäure. Dieses bestätigt sich. Aus Quarz wurden mittelst $HKSO^4$ 1,043 pc. SiO^2, aus Orthoklas 3,426 pc. SiO^2 als löslich abgeschieden.

Mithin war auch der Effect des Monokaliumsulfats ein ungenügender.

Möglicher Weise hätte man durch Behandeln des Gesteinspulvers resp. von Feldspäthen etc. mit Schwefelsäure nach dem Mitscherlich'schen, zum Aufschliessen von Silicaten wohl angewendeten Verfahren bessere Resultate erhoffen dürfen, also das betreffende Pulver in einer im Bombenkasten befindlichen Röhre mehrere Stunden lang mit concentrirter Schwefelsäure auf 210° C. erhitzen müssen. Hierbei war jedoch zu bedenken, dass, falls überhaupt ein Erfolg eintrat, natürlich auch das betreffende Glasrohr stark durch die unter hohem Druck stehende Schwefelsäure angegriffen werden musste, dass also zu jener Röhre ein beständigeres Material, etwa Platin hätte gewählt werden müssen, was den Versuch zu sehr vertheuerte. Da ferner kein Gas zu Gebote stand, dessen man zum stundenlangen, gleichmässigen Erhitzen des schmiedeeisernen Kastens nothwendig bedurfte, so wurde von diesem Versuch abgestanden und zum Schluss nur noch die von Laufer[1] angegebene Methode, sowie endlich das Verhalten dampfförmiger Salzsäure gegen Quarz und unlösliche Silicate geprüft.

Laufer wendet zur Trennung des Quarzes von Silicaten *saures Ammon-Natrium-Phosphat*, officinelles Phosphorsalz an. Entgegen seinen Angaben ist dieses Salz unseren directen Versuchen zufolge zu obigem Zweck ebenfalls *nicht brauchbar*. Schon der Gehalt jenes Salzes an kräftigen alkalischen Basen liess vermuthen, dass, falls wirklich die sämmtlichen Silicate zerlegt wurden, auch der Quarz einen nicht unwesentlichen Angriff erfahren würde und

---

[1] Berichte der chem. Ges. 1878, 60.

dies bestätigte sich denn auch. Phosphorsalz[1] schied ab an Kieselsäure

aus dem Kieselschiefer Nr. I	9,049	pc.
„ Quarz	8,649	„
„ Orthoklas	6,971	„
„ Oligoklas	11,607	„

Die Feldspäthe wurden in auffallend geringem Masse durch das Phosphorsalz zerlegt, vielleicht würde bei anderen Mengenverhältnissen sich das geändert haben. Jedenfalls wird der Quarz sehr erheblich angegriffen und damit verliert die Methode allen Werth.

Auch die Versuche mit *dampfförmiger Salzsäure* führten zu *keinem bessern Resultat.* — Die Salzsäure wurde durch mässig concentrirte Schwefelsäure aus sehr reinem Kochsalz entwickelt, welches, befindlich in einem grossen Platintiegel, in der Muffel geschmolzen, in eine Platinschale ausgegossen und darin erkalten gelassen war. Die Salzsäure-Dämpfe passirten eine Waschflasche mit salzsäurehaltigem Wasser, zwei U-förmige Chlorcalciumröhren und traten alsdann in das betreffende Rohr, in welchem sich das zu untersuchende mehlfeine Material in dünner Schicht in einem Platinschiffchen ausgebreitet befand. Zuerst benutzte Verfasser ein Rohr aus schwer schmelzbarem, böhmischen Glas, und erhitzte stundenlang bei möglichst hochgestellter Berzeliuslampe. Trotzdem sich während des Processes eine massenhafte Bildung von Eisenchlorid und Aluminiumchlorid beobachten liess, lehrte, nachdem man hatte erkalten lassen, der Augenschein,[2] dass die Zersetzung der im Platinschiffchen befindlichen Substanz eine höchst unvollständige gewesen war. Die Versuche wurden somit unterbrochen und im Porzellanrohr, welches durch einen Liebig'schen Kohlenofen gelegt war, weiter fortgesetzt. Nachdem die verschiedenen Platinschiffchen hier noch 4 bis 5 Stunden der höchsten Gluth ausgesetzt gewesen waren, liess man erkalten, spülte ihren Inhalt aus und untersuchte diese Rückstände auf Silicatkieselsäure. Aus dem Orthoklas erhielt man 5,770 pc. SiO^2, aus dem Oligoklas 3,227 pc. Auch

[1] Es wurde das 10—12fache der Substanz an Phosphorsalz gewählt, das Gemisch im Luftbade vorgewärmt, hierauf über der Berzeliuslampe erst vorsichtig, alsdann stärker bis zum gleichmässigen Fluss erhitzt, sonst aber ebenso wie bei den übrigen beschriebenen Schmelzversuchen verfahren.

[2] Es war dem Versuch unter Anderem auch röthlicher Orthoklas unterworfen.

Quarz ward erheblich angegriffen, es resultirten 2,840 in lösliche Form übergeführte Kieselsäure.

Die bezüglichen Versuche wurden nunmehr abgebrochen und erübrigt nur noch neben einigen allgemeinen Betrachtungen über das Verhalten der Gesteine gegen Lösungsmittel etwas über die *muthmassliche* chemische Natur der löslichen, wie der unlöslichen Silicate anzuführen.

Beim 4- bis 6 stündlichem Digeriren der Gesteine mit verdünnter, heisser Salzsäure, sowie nachherigem 24 stündigem Stehen in der Kälte hatten sich die in folgender Tabelle angeführten Quantitäten gelöst.[1]

Tabelle VI
(in Procenten).

Nr.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Kieselschiefer . .	2,5	5,7	4,1	4,2	6,2	
Adinole	67,3	21,0	6,1	10,8	2,7	6,5
Wetzschiefer . .	13,5	44,3	6,8	10,6	3,6	74,3

Auf eine sehr grosse Genauigkeit können diese Werthe jedoch keinen Anspruch machen, da beim Befreien des mehlfeinen, schlammartigen und späterhin auszuwägenden Rückstandes von dem noch anhaftenden, in Salzsäure löslichen Theile mittelst heissen Wassers nothwendig kleine Beträge trübe durchgehen und weiter dieses Auswaschen des gelösten Theiles nicht so vollständig geschehen kann, wenn anders man nicht die erhaltenen Resultate völlig illusorisch machen will.

[1] Die Adinolen Nr. I u. Nr. II enthalten 65,060 resp. 16,193 pc. Carbonat. Die auf dieses entfallende Löslichkeitszahl muss natürlich von den soeben angegebenen abgezogen werden, um die Vergleiche mit den Löslichkeitsziffern typischen Adinolen anstellen zu können. Es verbleibt für die Adinole Nr. I eine Löslichkeit von 2,24 pc., für die Adinole Nr. II eine solche von 4,807 pc. Die gleiche Rechnung für die Carbonat-haltigen Wetzschiefer angestellt ergiebt bei Wetzschiefer Nr. II Carbonatgehalt gleich 42,240 pc., Löslichkeit des Rests also 2,060 pc.; bei Wetzschiefer Nr. VI Carbonatgehalt 76,280 pc., so dass mithin (als Löslichkeitszahl hatte man nur 74,3 pc. gefunden) von dem Rest durch das Digeriren mit Salzsäure wenig oder gar nichts aufgelöst war. Selbstredend hat bei Bestimmung dieser letzten Löslichkeitsziffer ein Fehler stattgefunden und ist beim Auswaschen relativ viel von dem feinen Pulver trüb durchgelaufen.

Die salzsauren Lösungen sind, wie zum Theil bereits ihre Farbe andeutet, meist stark eisenhaltig und enthalten ausser Fe_2O_3 noch Al_2O_3, (P_2O_5), MnO, CaO, MgO, K_2O, Na_2O. Beim Behandeln ganzer Gesteinsbruchstücke mit verdünnter Salzsäure werden im Ganzen die nämlichen Bestandtheile herausgelöst, — von irgend einer wesentlichen Ausbleichung oder einer Zerstörung des färbenden Pigments ist jedoch wenig die Rede. Von dem Kieselschiefer Nr. I, der Adinole Nr. VI und dem Wetzschiefer Nr. III wurden endlich gröblich zerkleinerte Massen 8 Tage lang mit schwach erwärmtem Wasser digerirt, um so auch die Beständigkeit unserer Gesteine gegen Wasser zu prüfen. Die Adinole ward unmerklich angegriffen, vom Kieselschiefer lösten sich 0,17 pc., vom Wetzschiefer 0,78 pc. Sämmtliche wässrige Lösungen reagirten sauer von etwas in Lösung gegangenem Ferrosulfat.

Bei der Bestimmung der Löslichkeitsziffern (gegen Salzsäure, cf. Tabelle VI) ist die lösliche Kieselsäure gallertartig abgeschieden bei dem Rückstand verblieben und damit gewogen. Ihre Menge wurde bereits früher, allerdings mit Zuhülfenahme von Schwefelsäure (cf. Tabelle V) ermittelt, so dass sich der ganze Antheil an löslichem Silicat — die übrigen Verbindungen spielen ja doch eine nur unwesentliche Rolle — durch Rechnung ungefähr feststellen lässt. Abgesehen von den stark carbonathaltigen Adinolen und Wetzschiefern stehen die für die lösliche Kieselsäure gefundenen Zahlen annähernd in Proportion zu den Löslichkeitsziffern, woraus eventuell bereits gefolgert werden könnte, dass die chemische Natur der löslichen Silicate in den Gesteinen eine recht ähnliche sei. — Durch Addition der Löslichkeitsziffern (Löslichkeit in Salzsäure) und der für die lösliche Kieselsäure (durch Zersetzung des Gesteinspulvers mit Schwefelsäure) gefundenen Zahlen erhält man die in nachfolgender Tabelle wiedergegebenen Werthe.

Tabelle VII.

Nr.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Kieselschiefer . .	5,972	13,260	7,755	7,999	9,884	
Adinole	(3,452)	(6,509)	8,273	16,911	4,536	9,030
Wetzschiefer . .	27,620	(5,719)	12,747	20,262	13,885	?

Dieselben schwanken innerhalb der einzelnen Gruppen derartig, dass mit Berücksichtigung des oben Erwähnten wohl die Qualität

der löslichen Silicate in den drei Gesteinsgruppen die nämliche sein mag, nicht aber die Quantität.

Das Maximum des in dieser Weise *berechneten löslichen Antheils* beträgt

bei den Kieselschiefern	13,3	pc.
„ „ Adinolen . .	16,9	„
„ „ Wetzschiefern	27,6	„

Er besteht zumeist aus Silicaten. Die anderen Beimengungen (Phosphate, Sulfate, Sulfide, Chloride, Carbonate?) spielen überhaupt eine wenig beträchtliche Rolle, betragen höchstens 0,3 pc. in Summa und gehen beim Digeriren des Gesteinspulvers mit Salzsäure theilweise in Lösung (Phosphate, Chloride, Sulfate, Carbonate?, ein Theil der Sulfide), theilweise mischen sie sich dem unlöslichen Rückstand bei (der grössere Theil der Sulfide).

Im Allgemeinen werden demnach die in Tabelle VII angegebenen Werthe die Summe der löslichen Silicate darstellen und es müssen die durch Subtraction jener Ziffern von 100 erhaltenen Beträge der ungefähren Summe von Quarz plus unlöslichem Silicat gleichkommen. Sie ermittelt sich dieser Art zu:

Tabelle VIII.

Nr.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Kieselschiefer . .	94,028	86,740	92,245	92,001	90,116	
Adinole	(39,248)	(72,491)	91,727	83,089	95,464	90,960
Wetzschiefer . .	72,380	(49,981)	87,253	79,738	86,115	(25,7?)

Diese Summe ist im Durchschnitt bei den Kieselschiefern am grössesten, bei den Wetzschiefern am kleinsten, bei den Adinolen von mittlerem Werth.

Die nach pag. 29 ausgeführten *Partialanalysen*[1] führten zu beifolgenden Resultaten:

[1] Eine völlig scharfe Trennung in diesem Sinne lässt sich bekanntlich nur dann erreichen, wenn die verschiedenen im Gestein vorhandenen Silicate entweder den leicht löslichen oder den schwer, noch besser den sehr schwer löslichen angehören. Mit Zugrundelegung der auf mikroskopischem Wege erhaltenen Daten hat dies bei unseren Gesteinen nun nicht statt. Namentlich findet sich relativ viel Hornblende, die je nach den Umständen mehr oder weniger resp. gar nicht löslich ist in Schwefelsäure.

Tabelle IX.

	Kieselschiefer.			Adinolen.					Wetzschiefer.				
	I.		III.	III.	IV.		V.	VI.	I.	III.	IV.		V.
	a	b			a	b*					a*	b*	
SiO^2	3,472	3,030	3,655	2,173	6,111	3,612	1,936	2,530	14,120	5,947	9,662	4,310	10,285
Kiese ($CuFeS^2$ etc.)	Spr.	Spr.	Spr.	Spr.	Spr.	Spr.	Spr.	Spr.	Spr.	Spr.	Spr.	Spr.	Spr.
Fe^2O^3	1,152	0,679	1,240	1,047	3,550	2,929	0,875	1,751	5,908	2,015	2,688	2,452	0,843
Al^2O^3	0,616	0,247	0,639	1,175	3,768	1,852	0,158	1,431	9,171	4,331	8,801	3,546	8,256
MnO	—	—	—	0,461	0,560	0,304	—	—	0,076	0,147	—	—	Spr.
P^2O^5	Spr.	Spr.	Spr.	0,063	Spr.	Spr.	0,071	0,005	Spr.	0,134	Spr.	Spr.	Spr.
CaO	0,823	0,081	0,064	0,959	0,794	0,743	0,135	0,456	0,612	1,214	0,413	0,147	0,068
MgO	0,152	0,033	0,112	0,148	0,950	0,752	0,015	0,205	0,093	0,276	0,366	0,181	0,586
K_2O	0,227	0,230	0,278	0,330	0,729	0,660	0,211	0,429	1,092	0,720	0,700	0,637	1,620
Na_2O	0,389	0,229	0,248	0,140	0,947	0,075	0,517	1,320	1,100	1,014	0,315	0,296	0,333
Summa	6,831	4,529	6,236	6,496	17,409	10,927	3,918	8,127	32,172	15,798	22,945	11,569	21,991

Die mit a bezeichneten Analysen sind durch Schwefelsäure, die mit b bezeichneten durch Salzsäure aufgeschlossen.

Die 3 mit einem Sternchen versehenen Partialanalysen (Adinole IVb, Wetzschiefer IVa und b) sind von Herrn Chemiker Langer ausgeführt worden.

Des Vergleichs halber zerlegte man aus jeder der drei Gruppen je ein Gestein einmal mit Schwefelsäure, das andere Mal mit Salzsäure. Augenscheinlich wirkt erstere kräftiger ein, als letztere. Nur im Kaligehalt des auf die eine oder andere Weise abgeschiedenen löslichen Silicats zeigen sich keine nennenswerthen Unterschiede.

Die löslichen Silicate enthalten durchweg fast das ganze im Gestein vorhandene Eisen, bei welchem Vergleich das in den Bauschanalysen angegebene Eisenoxydul selbstredend auf Oxyd umgerechnet werden muss. Eine Trennung der im löslichen Silicat vorhandenen verschiedenen Oxydationsstufen des Eisens ist eben unmöglich; nur steht zu vermuthen, dass in den Partialanalysen ganz die nämliche oder doch nahezu die gleiche Proportion zwischen diesen beiden Verbindungsformen des Eisens statthaben wird, wie sie bereits durch die Bauschanalysen festgelegt worden ist. Findet sich doch fast durchweg das ganze durch die Bauschanalysen nachgewiesene Eisen in den Partialanalysen wieder. Das lösliche Silicat enthält ferner einen grossen Theil des in den Gesteinen vorhandenen Aluminiumoxyds, Manganoxyduls und Calciumoxyds. Bezüglich des Magnesiumoxyds wechselt das Verhältniss, bald findet sich das gesammte MgO auch in dem löslichen Silicat, bald nur wenig davon, so dass letzteren Falls ein relativ stark MgO-haltiges unlösliches Silicat in dem Gestein vorhanden sein muss. Auch hinsichtlich des Alkaligehalts der löslichen Silicate ergeben sich im Vergleich mit den Resultaten der Bauschanalysen wechselnde Verhältnisse. *Im Durchschnitt ist das lösliche Silicat arm an Na^2O, fast stets aber relativ reich an K^2O, enthält in einzelnen Fällen sogar das ganze überhaupt anwesende Kaliumoxyd.*[1]

Im Ganzen sind in den löslichen Silicaten die nämlichen Elemente vorhanden, wie sie bei den Bauschanalysen den Hauptbetrag ausmachen, also: Fe^2O^3, (FeO), Al^2O^3, MnO, CaO, MgO, K_2O, Na_2O, SiO_2, P_2O_5. Letztere findet sich vermuthlich als Apatit in den Gesteinen. Da dieser durch Schwefelsäure ziemlich leicht zerlegbar ist, so hätte sich auch die ganze Phosphorsäuremenge in dem lös-

[1] Hinsichtlich der Wetzschieferanalyse IVa ergiebt die Partialanalyse etwas mehr K_2O, ebenso auch mehr MgO, als die Bauschanalyse. Wahrscheinlich liegt in letzterer bezüglich jener Körper ein Bestimmungsfehler vor, was um so wahrscheinlicher, als dieses die einzige unter den Bauschanalysen ist, bei welcher die Summe der Bestandtheile, auf Procente berechnet, geringer ist als 100.

lichen Silicat anfinden müssen, was merkwürdiger Weise nicht der Fall ist. Diesen Umstand durch eine auf mechanischem Wege herbeigeführte unvollständige Zersetzung des Gesteinspulvers zu erklären, so zwar, dass gewisse, dem unlöslichen Theil angehörende Partikelchen des Pulvers apatithaltige Theile umhüllt und sie rein mechanisch vor Zersetzung geschützt hätten, erscheint schon desshalb unwahrscheinlich, weil gelegentlich der Chlorbestimmung gezeigt worden ist (cf. pag. 28), wie leicht und vollständig Apatit durch Schwefelsäure aufgeschlossen wird. Weiter aber ist uns von alle den in Gesteinen wohl anzutreffenden Phosphaten keines bekannt, welches nicht durch Abrauchen mit Schwefelsäure völlig zersetzt würde.

Auffällig erscheint weiter die Differenz der durch die Partialanalysen erhaltenen Summen gegen die Zahlen, welche man für den (ungefähren) Betrag des löslichen Silicats mit Zugrundelegung der Löslichkeitsziffer und der (durch Schwefelsäure abgeschiedenen) löslichen Kieselsäure erhielt. Trotzdem Schwefelsäure, wie die vergleichenden Analysen: Kieselschiefer Nr. I a, b, Adinole Nr. IV a, b, endlich Wetzschiefer Nr. IV a, b lehren, weit kräftiger aufschliesst, als Salzsäure, trotzdem ferner die Methode zu Ermittlung der Löslichkeitsziffer keine sehr vollkommene zu nennen ist, hätten sich bessere Analogien herausstellen müssen. Selbst aber in den Fällen, wo für die Partialanalyse das lösliche Silicat mit Salzsäure abgeschieden ward, ergiebt sich keine befriedigerende Uebereinstimmung. Eine solche tritt nun sofort in genügender Weise ein, wenn man, wie das auch die makroskopische, wie mikroskopische Beobachtung als nicht unwahrscheinlich erscheinen lassen,[1] das durch die Bauschanalysen gefundene Wasser den (ebenfalls in Säuren löslichen) Hydroxyden resp. dem löslichen Theil der Silicate zurechnet.

Für den Kieselschiefer Nr. I war weiter oben als Summe des löslichen Theils herausgerechnet 5,972, jedoch unter Zugrundelegung von durch Schwefelsäure abgeschiedener Kieselsäure. Die durch Einwirkung von Salzsäure aus löslichen Silicaten abgeschiedene Kieselsäure (3,03) der Löslichkeitszahl 2,5 zugeschlagen giebt 5,53, die Partialanalyse aber 4,529 als Summe des löslichen Theils. Addirt

[1] Insofern nicht unwahrscheinlich, als das Mikroskop die Gegenwart von Hydroxyden und von solchen (löslichen) Silicaten ergiebt, welche in wasserhaltigen Varietäten bekannt sind.

man zu dem letzteren Werth den durch die Bauschanalyse ermittelten Wassergehalt (1,107), so ergiebt sich 5,636, also eine sehr nahe Uebereinstimmung mit der berechneten Zahl. Dies um so mehr, wenn man in Erwägung zieht, dass auch das Eisen, welches im löslichen Silicat als Oxydul vorhanden ist, in Form von Oxyd bestimmt wurde, da eine Trennung von Ferro- und Ferri-Verbindungen bei den Partialanalysen wohl kaum zu erreichen ist. Während die Bauschanalyse, abgesehen von dem für Kupfer- und Schwefel-Kies in Abrechnung gebrachten, bei der Schwerlöslichkeit der Kiese für die Partialanalysen wohl kaum in Frage kommenden Eisengehalt als Summe von FeO + Fe^2O^3 0,616 lieferte, ergiebt die Partialanalyse (bei Anwendung von Salzsäure) 0,679, so dass in letzterer wenigstens 0,063 pc. Sauerstoff sicherlich als zuviel in Rechnung gebracht wurden. Die ganze Summe dieses Ueberschusses lässt sich scharf gar nicht berechnen, unter Berücksichtigung der Bauschanalysen aber mit einem hohen Grade von Wahrscheinlichkeit annehmen, dass, wie das bereits hervorgehoben wurde, sämmtliches Eisenoxyd und Eisenoxydul auch im löslichen Silicat steckt und zwar vermuthlich in dem nämlichen gegenseitigen Verhältniss. Zieht man die in der Bauschanalyse gefundenen 0,005 pc. Fe^2O^3 von dem in der Partialanalyse nachgewiesenen Fe^2O^3 ab und berechnet den Rest auf FeO, so resultiren 0,674.0,9 = 0,607 pc. FeO statt der durch die Bauschanalyse gefundenen 0,611 pc. Berechnet man das ganze Eisenoxyd der Partialanalyse auf Oxydul, so resultiren 0,611 pc. FeO, was also eine scharfe Uebereinstimmung mit dem entsprechenden Werth der Bauschanalyse ergeben würde. — Bringt man nun eine dieser Ziffern statt der durch die Partialanalyse gefundenen 0,679 pc. Fe^2O^3 in Rechnung, so ergiebt sich 5,569 resp. 5,568 als Summe des löslichen Silicats an Stelle der aus der Löslichkeitsziffer, sowie der durch Salzsäure abgeschiedenen Kieselsäure berechneten 5,53 pc. — Bei der Adinole Nr. IV ist die Lösslichkeitsziffer 10,8, das durch Salzsäure abgeschiedene Kieselsäurequantum 3,612, folglich die ungefähre Summe des löslichen Silicats der Berechnung nach 14,412 pc. Die Partialanalyse ergab dafür 10,927 pc.; dazu das im Gestein vorhandene Wasser giebt 14,944 pc., mithin eine Differenz von nur 0,5 pc., die sich noch verringern würde, wenn man in Betracht zöge, dass wiederum ein Theil des thatsächlich als Oxydul vorhandenen Eisens in der Partialanalyse als Oxyd ausgewogen wurde. — Beim Wetzschiefer Nr. IV beträgt die Löslichkeitsziffer 10,6, die durch

Salzsäure abscheidbare Kieselsäure 4,310, die Summe des löslichen Silicats also etwa 14,910 pc. Die directe Analysirung ergiebt bei Zuschlag des in diesem Gestein vorhandenen Wassers 11,569 + 3,179 = 14,748 pc., mithin bereits ohne die verschiedenen Oxydationsstufen des Eisens in Rücksicht zu ziehen, 0,162 pc. weniger. Es ist somit vermuthlich die Löslichkeitsziffer etwas zu hoch bestimmt worden.

Das in den Bauschanalysen angegebene Wasser ist nach alledem mit hoher Wahrscheinlichkeit dem löslichen Theil zuzurechnen. — Addirt man übrigens diese Wassermenge zu dem durch Schwefelsäure zersetzten Silicat (cf. untenstehende Tabelle X), so müssen, falls die Löslichkeitsziffern annähernd richtig bestimmt wurden, selbstredend durchweg höhere Werthe erhalten werden, als sie in Tabelle VII berechnet worden sind.

Tabelle X.

Nr.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Kieselschiefer . .	7,938	—	8,130	—	—	
Adinole	—	—	9,197	21,426	5,990	10,423
Wetzschiefer . .	36,599	—	17,424	23,026	24,291	—

Die Hydroxyde des Eisens und Mangans werden bekanntlich durch Salzsäure leichter und vollständiger in Lösung übergeführt, als durch Schwefelsäure. Trotzdem weist bei den vergleichenden Partialanalysen Kieselschiefer I a, b, Adinole IV a, b, Wetzschiefer IV a, b der durch Schwefelsäure aufgeschlossene oder zersetzte lösliche Theil einen meist viel beträchtlicheren Gehalt an Fe^2O^3 und MnO auf, was darauf hindeutet, dass diese Elemente zum Theil auch in anderer Verbindungsform, denn als Hydroxyde vorhanden sind, wahrscheinlich *als Silicate.* Jene Annahme lässt sich zudem *durch eine directe Berechnung als sehr begründet hinstellen.*

Ermittelt man nämlich die Quantitäten Wasser, welche an FeO gebunden sein müssen, um $Fe(OH)^2$, an Fe^2O^3, um $Fe^2(OH)^6$, endlich an MnO, um $Mn(OH)^2$ zu bilden und subtrahirt die so gebundenen Wassermengen von der Gesammtsumme des Wassers, so sind die letzt erhaltenen Werthe 2 bis 3 Mal höher, als die in Form von Hydroxyd[1] vorhandene Wassermenge.

[1] Unter dem Mikroskop sind nur Hydroxyde des Eisens und Mangans beobachtet worden; möglicher Weise sind auch noch andere Hydroxyde vor-

Tabelle XI.

A. Als Hydroxyd vorhanden:

Nr.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	*Durchschnitt.*
Kieselschiefer .	0,155	0,457	0,373	0,201	0,687	—	0,374
Adinole . . .	—	—	0,725	1,732	0,187	0,136	0,670
Wetzschiefer .	1,432	—	0,780	0,734	0,217	—	0,791

B. In anderer Verbindungsform vorhanden:

Nr.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	*Durchschnitt.*
Kieselschiefer .	0,952	1,594	1,521	1,165	1,626	—	1,351
Adinole . . .	—	—	1,976	2,285	1,885	2,160	2,076
Wetzschiefer .	2,995	—	0,846	2,445	2,063	—	2,087

Wenn nun auch diese Rechnung scharfe und unmittelbar brauchbare Werthe nicht liefern kann, da eben die Structur jener Hydroxyde eine sehr mannigfaltige sein wird, insofern als sich, wie das Mikroskop lehrt, die verschiedensten Zwischenstufen, sowohl zwischen Ferro- und Ferri-, wie zwischen Mangano- und Mangani[1]-Verbindungen vorfinden, so giebt sie immerhin ein ungefähres Anhalten.

Die als Hydroxyd vorhandene Wassermenge wird in der That noch niedriger ausfallen, als man oben durch Berechnung fand, da unzweifelhaft ein Theil des Mangans, wie des Eisens auch in anderer Verbindungsform, zumeist wohl silicirt vorhanden sein wird und es dementsprechend nicht gestattet ist, ihre ganze Summe auf Hydroxydul, Hydroxyd etc. zu berechnen. *Der grösste Theil des in den Gesteinen vorhandenen Wassers kommt demnach auf wasserhaltige, lösliche Silicate* (Glimmer, Chlorit), *auf wasserhaltige Opal- resp. Hydrophan- oder Cacholongmasse,*[2] *auf Flüssigkeitseinschlüsse*[3] *und*

handen, jedoch weder makroskopisch, noch mikroskopisch nachgewiesen worden. Aluminiumhydroxyd ist als mineralisches Gemengtheil der Gesteine überaus selten.

[1] Die Manganoxydate scheinen meist Superoxydhydrate zu bilden.

[2] Opal, Hydrophan (Cacholong?) sind, wenn auch zu geringer Menge, doch in allen diesen Gesteinen mit Sicherheit nachgewiesen.

[3] Die Gegenwart von Flüssigkeitseinschlüssen ist minder scharf dargethan, da unter dem Mikroskop höchst selten bewegliche Libellen zu beobachten waren.

vielleicht wasserhaltige Basis, der Rest auf Hydroxyde, von denen sich schon die kleinsten Beträge mit grösster Schärfe unter dem Mikroskop erkennen lassen und von denen bereits geringe Mengen intensive Färbungen herbeiführen.

Die als Hydrophan, Opal oder Cacholong resp. im löslichen Silicat vorhandene Kieselsäure spielt gegenüber der im unlöslichen Silicat und als Quarz vorhandenen eine wenig bedeutende Rolle; sie beträgt im Durchschnitt:

bei den Kieselschiefern $^1/_{26}$
„ „ Adinolen . . $^1/_{19}$
„ „ Wetzschiefern. $^1/_7$

der als Quarz und unlösliches Silicat vorhandenen. Ueberhaupt ist, wenn man die unwesentlichen Verbindungen, also Sulfate, Chloride u. s. w. ausser Acht lässt und die Summe des löslichen Theiles gleich 1 setzt, der unlösliche Rückstand (cf. Tabelle VII und VIII)

bei den Kieselschiefern durchschnittlich das 11,45fache
„ „ Adinolen „ „ 9,5 „
„ „ Wetzschiefern „ „ 3,33 „

des löslichen Theiles. Die Summe von Quarz und unlöslichem Silicat ist mithin — ein bereits früher gewonnenes Resultat — bei den Kieselschiefern am grössten, bei den Adinolen nur wenig, bei den Wetzschiefern dagegen bedeutend geringer.

Tabelle XII.

	Kieselschiefer.			*Adinolen.*					*Wetzschiefer.*				
	I.		III.	III.	IV.		V.	VI.	I.	III.	IV.		V.
	a	b			a	b					a	b	
SiO^2	50,83	66,90	58,61	33,45	35,10	33,06	49,41	31,12	43,89	37,64	42,10	37,25	46,[illegible]
Fe^2O^3	16,86	14,99	19,88	16,11	20,39	26,81	22,33	21,54	18,36	12,75	11,72	21,20	3,[illegible]
Al^2O^3	9,02	5,45	10,25	18,09	21,64	16,95	4,03	17,61	28,51	27,41	38,35	30,65	37,[illegible]
MnO	—	—	—	7,10	3,22	2,78	—	—	0,24	0,93	—	—	Sp[illegible]
P^2O^5	Spr.	Spr.	Spr.	0,97	Spr.	Spr.	1,81	0,06	Spr.	0,85	Spr.	Spr.	Sp[illegible]
CaO	12,05	1,80	1,03	14,76	4,56	6,79	3,45	5,61	1,90	7,68	1,81	1,27	0,[illegible]
MgO	2,22	0,73	1,79	2,28	5,46	6,88	0,38	2,52	0,29	1,76	1,60	1,56	2,[illegible]
K_2O	3,32	5,08	4,46	5,08	4,19	6,04	5,39	5,29	3,39	4,56	3,05	5,51	7,[illegible]
Na_2O	5,70	5,05	3,98	2,16	5,44	0,69	13,20	16,25	3,42	6,42	1,37	2,56	1,[illegible]
Summa						100,00							

Tabelle XIII.

	Kieselschiefer.			*Adinolen.*					*Wetzschiefer.*				
	I. a	I. b	III.	III.	IV. a	IV. b	V.	VI.	I.	III.	IV. a	IV. b	V.
iO^2	43,74	53,76	44,97	23,62	28,52	24,16	32,32	24,27	38,17	34,13	36,98	29,22	42,38
e^2O^3	14,51	12,05	15,26	11,38	16,57	19,64	14,61	16,80	15,97	11,57	10,30	16,62	3,47
l^2O^3	7,76	4,38	7,86	12,77	17,58	12,39	2,64	13,73	24,79	24,85	33,68	24,05	34,01
nO	—	—	—	5,00	2,61	2,03	—	—	0,20	0,85	—	—	Spr.
$^2O^5$	Spr.	Spr.	Spr.	0,68	Spr.	Spr.	1,19	0,05	—	0,77	—	Spr.	Spr.
aO	10,37	1,44	0,75	10,42	3,71	4,97	2,25	4,39	1,65	6,97	1,58	1,00	0,28
gO	1,91	0,59	1,38	1,60	4,44	5,01	0,25	1,96	0,25	11,59	1,40	1,23	2,41
$_2O$	2,86	4,08	3,42	3,58	3,40	4,42	3,52	4,11	2,95	4,12	2,68	4,32	6,68
a_2O	4,90	4,06	3,05	1,52	4,42	0,50	8,63	12,66	2,95	5,82	1,21	2,01	1,37
$_2O$	13,95	19,64	23,31	29,43	18,75	26,88	34,59	22,03	11,97	9,33	12,17	21,55	9,40
mma						100,00							

Tabelle XII bringt die procentale Zusammensetzung des löslichen Silicats und zwar ohne Berücksichtigung von H^2O, Tabelle XIII die mit Berücksichtigung von Wasser. Dass letztere Tabelle der wahren Zusammensetzung des löslichen Silicats vermuthlich am nächsten kommt, wurde früher schon gezeigt.

Die Gehalte wechseln innerhalb der einzelnen Gruppen sehr, so dass von einer Aufstellung von Durchschnittswerthen nicht die Rede sein kann. Einigermassen charakteristisch ist die Verschiedenheit im Gehalt an SiO^2, Al^2O^3 und H^2O. Es beträgt im Durchschnitt der Gehalt an:[1]

	SiO^2	Al^2O^3	H^2O
bei den Kieselschiefern	44,35	7,81	18,63
„ „ Adinolen	27,18	{ 14,69[2] / 11,69 }	26,20
„ „ Wetzschiefern	37,91	29,44	10,71

Das in den Adinolen enthaltene lösliche Silicat, resp. die darin vertretenen löslichen Silicate sind somit jedenfalls basischer, als die der Kieselschiefer und Wetzschiefer, dazu auch auffallend wasserhaltig (bei den Nummern III und IV ausserdem relativ stark manganhaltig, eine aber wohl nur rein locale Erscheinung). Ferner ist das lösliche Silicat der Wetzschiefer sowohl wasser- wie kiesel-

[1] Nur die mit Schwefelsäure zersetzten Gesteine sind berücksichtigt.

[2] 14,69 pc. ohne, 11,69 pc. mit Berücksichtigung von Analyse Nr. V.

säureärmer, als das der Kieselschiefer, zudem durch einen relativ hohen Thonerdegehalt ausgezeichnet.

Die Unterschiede in der Zusammensetzung der mittelst Salzsäure resp. Schwefelsäure abgeschiedenen löslichen Silicate prägen sich in der betreffenden Tabelle genügend aus; beim Kieselschiefer Nr. I ist das durch Salzsäure aufgeschlossene Silicat reicher an SiO^2, K_2O und H_2O, ärmer an Fe_2O_3, Al_2O_3 und CaO, bei der Adinole, sowie dem Wetzschiefer Nr. IV ärmer an SiO_2 und Al_2O_3, dagegen reicher an Fe_2O_3, K_2O und H_2O, als das mit Schwefelsäure zersetzte Silicat. Der Gehalt des letzteren an Na^2O ist bei der betreffenden Adinole um Vieles höher, bei dem Kieselschiefer wenig höher, bei dem Wetzschiefer endlich geringer, als der des mit Salzsäure aufgeschlossenen Silicats.

Unter Berücksichtigung des Umstandes, dass das Wasser zum bei Weitem grössten Theile an wasserhaltige Silicate gebunden, oder doch vollständig in dem löslichen Theile unserer Gesteine enthalten ist, unter Berücksichtigung ferner des Umstandes, dass das lösliche Silicat fast das ganze Eisen enthält und man daher wohl berechtigt ist, die durch die Partialanalyse nachgewiesene Eisenmenge nach dem nämlichen Verhältniss auf Oxydul und Oxyd umzurechnen, wie das mit Rücksicht auf die Resulsate der Bauschanalysen angezeigt ist, erhält man die in den nachfolgenden Tabellen zusammengestellten Werthe und Beziehungen. (Siehe Tabellen XIV, XV u. XVI.)

Diese Resultate führen sämmtlich am besten auf Silicate von der Constitution der Glimmer und zwar auf Eisenglimmer, die ziemlich reich sind an der Gruppe $\acute{R}^2O$. Das lösliche Silicat besteht also der Hauptsache nach aus sehr basischen Gliedern der Biotitgruppe, und zwar verdanken die Basen ihr Uebergewicht, das bis zur Annahme von Fünftel-, Sechstel- und Siebentel-Silicaten führt, namentlich der stark vertretenen Gruppe $\acute{R}^2$, besonders dem so vorwiegenden Wasserstoff. Letzterer ist nach obiger Annahme chemisch gebunden, entweder als solcher, mithin als Vertreter von Kalium, resp. Natrium, oder als Hydroxyd vorhanden. Wieviel aber davon in dieser, wieviel in jener Verbindungsform auftritt, lässt sich nicht entscheiden. Gesetzt auch, es liesse sich diese Frage lösen, so würde doch an dem Resultat, dass man es hier unter den löslichen Silicaten der Hauptsache nach mit Eisenglimmern zu thun hat, wenig geändert, sondern nur die Basicität der diese Glimmer zusammensetzenden Silicatgruppe eine andere werden.

Tabelle XIV.

(Berechneter Gehalt des löslichen Silicats an FeO und Fe^2O^3.)

Gehalt an:	*Kieselschiefer.* I. a	I. b	III.	*Adinolen.* III.	IV. a	IV. b	V.	VI.	*Wetzschiefer.* I.	III.	IV. a	IV. b	V.
FeO	14,39	11,95	8,52	6,71	9,94	11,78	7,84	12,98	9,05	3,24	7,25	11,70	2,95
Fe_2O_3	0,12	0,10	6,74	4,67	6,63	7,86	6,77	3,82	6,92	8,33	3,05	4,92	0,52

Tabelle XV.

(Atomverhältniss der im löslichen Silicat vorhandenen Elemente.)

	Kieselschiefer. I. a	I. b	III.	*Adinolen.* III.	IV. a	IV. b	V.	VI.	*Wetzschiefer.* I.	III.	IV. a	IV. b	V.
Si	0,7283	0,8971	0,7488	0,3942	0,4758	0,4032	0,5393	0,4050	0,6369	0,5701	0,6171	0,4876	0,7056
Fe	0,2002	0,1663	0,1101	0,0933	0,1383	0,1639	0,1091	0,1806	0,1259	0,0450	0,1008	0,1628	0,0410
(Fe^2)	0,0007	0,0006	0,0422	0,0292	0,0415	0,0492	0,0424	0,0233	0,0433	0,0521	0,0191	0,0308	0,0032
(Al^2)	0,0757	0,0427	0,0767	0,1246	0,1715	0,1209	0,0258	0,1339	0,2419	0,2425	0,3286	0,2347	0,3319
Mn	—	—	—	0,0706	0,0368	0,0287	—	—	0,0028	0,0120	—	—	—
Ca	0,1856	0,0258	0,0134	0,1865	0,0664	0,0889	0,0403	0,0785	0,0295	0,1248	0,0282	0,0179	0,0050
Mg	0,0478	0,0147	0,0346	0,0400	0,1113	0,1280	0,0062	0,0491	0,0062	0,2905	0,0350	0,0308	0,0604
K	0,0608	0,0868	0,0726	0,0760	0,0722	0,0940	0,0748	0,0874	0,0626	0,0876	0,0568	0,0918	0,1420
Na	0,1582	0,1290	0,0984	0,0488	0,1426	0,0160	0,2786	0,4088	0,0970	0,1880	0,0386	0,0648	0,0442
H	1,5534	2,1870	2,5956	3,2772	2,0878	2,9932	3,8518	2,4532	1,3328	1,0390	1,3552	2,3996	1,0466

Tabelle XVI.

	Nr.	*Verhältniss von:* $\overset{\prime}{R}$:	$\overset{\prime\prime}{R}$:	$(\overset{\prime\prime\prime}{R}^{2})$:	Si	*Allgemeine Formel.*	*Zusammengesetzt aus den Silicaten:*
Kieselschiefer.	I.a	1,7724 23,2 24	0,4336 5,6 6	0,0764 1 1	0,7283 9,546 10	$\overset{\prime}{R}^{24}\overset{\prime\prime}{R}^{6}(\overset{\prime\prime\prime}{R}^{2})Si^{10}O^{41}$	9 $\overset{\prime}{R}^{4}SiO^{4}$ $\overset{\prime}{R}^{6}SiO^{5}$
	I.b	2,4028 55,49 56	0,1068 2,4 2	0,0433 1 1	0,8971 20,7 21	$\overset{\prime}{R}^{56}\overset{\prime\prime}{R}^{2}(\overset{\prime\prime\prime}{R}^{2})Si^{21}O^{75}$	4 $\overset{\prime}{R}^{4}SiO^{4}$ 3 $\overset{\prime}{R}^{2}SiO^{3}$
	III.	2,7666 23,2 23	0,1581 1,3 1	0,1189 1 1	0,7488 6,09 6	$\overset{\prime}{R}^{46}\overset{\prime\prime}{R}^{2}(\overset{\prime\prime\prime}{R}^{2})^{2}Si^{12}O^{55}$	7 $\overset{\prime}{R}^{6}SiO^{5}$ 5 $\overset{\prime}{R}^{4}SiO^{4}$
Adinole.	III.	3,4020 22,1 22	0,3904 2,53 2	0,1538 1 1	0,3942 2,56 3	$\overset{\prime}{R}^{22}\overset{\prime\prime}{R}^{2}(\overset{\prime\prime\prime}{R}^{2})Si^{3}O^{22}$	4 $\overset{\prime}{R}^{14}SiO^{9}$ 2 $\overset{\prime}{R}^{4}SiO^{4}$
	IV.a	3,4920 16,4 16	0,3528 1,6 2	0,2130 1 1	0,4758 2,2 2	$\overset{\prime}{R}^{16}\overset{\prime\prime}{R}^{2}(\overset{\prime\prime\prime}{R}^{2})Si^{2}O^{17}$	$\overset{\prime}{R}^{14}SiO^{9}$ $\overset{\prime}{R}^{12}SiO^{8}$
	IV.b	3,0978 18,2 18	0,4095 2,4 2	0,1701 1 1	0,4032 2,3 2	$\overset{\prime}{R}^{18}\overset{\prime\prime}{R}^{2}(\overset{\prime\prime\prime}{R}^{2})Si^{2}O^{18}$	2 $\overset{\prime}{R}^{14}SiO^{9}$
	V.	4,2052 61,6 62	0,1556 2,2 2	0,0682 1 1	0,5393 7,9 8	$\overset{\prime}{R}^{62}\overset{\prime\prime}{R}^{2}(\overset{\prime\prime\prime}{R}^{2})Si^{8}O^{52}$	3 $\overset{\prime}{R}^{10}SiO^{7}$ $\overset{\prime}{R}^{6}SiO^{5}$
	VI.	2,9494 18,7 19	0,3082 1,3 1	0,1572 1 1	0,4050 2,57 3	$\overset{\prime}{R}^{36}\overset{\prime\prime}{R}^{2}(\overset{\prime\prime\prime}{R}^{2})^{2}Si^{6}O^{38}$	4 $\dot{R}^{10}SiO^{7}$ 2 $\overset{\prime}{R}^{6}SiO^{5}$
Wetzschiefer.	I.	1,4924 9,0 9	0,1644 1 1	0,2852 1,7 2	0,6369 3,8 4	$\overset{\prime}{R}^{18}\overset{\prime\prime}{R}^{2}(\overset{\prime\prime\prime}{R}^{2})^{4}Si^{8}O^{39}$ $\overset{\prime}{R}^{24}Si^{4}O^{19,5}$ $\overset{\prime}{R}^{24}Si^{4}O^{20}$	2 $\overset{\prime}{R}^{4}SiO^{4}$ 2 $\overset{\prime}{R}^{8}SiO^{6}$
	III.	1,3146 4,4 4	0,4723 1,6 2	0,2946 1 1	0,5701 1,9 2	$\overset{\prime}{R}^{4}\overset{\prime\prime}{R}^{2}(\overset{\prime\prime\prime}{R}^{2})Si^{2}O^{11}$	$\overset{\prime}{R}^{4}SiO^{4}$ 2 $\overset{\prime}{R}^{8}SiO^{6}$
	IV.a	1,4506 8,8 9	0,1640 1 1	0,3477 2,1 2	0,6171 3,7 4	$\overset{\prime}{R}^{18}\overset{\prime\prime}{R}^{2}(\overset{\prime\prime\prime}{R}^{2})^{4}Si^{8}O^{39}$	2 $\overset{\prime}{R}^{4}SiO^{4}$ 2 $\overset{\prime}{R}^{8}SiO^{6}$
	IV.b	2,5562 12,0 12	0,2115 1 1	0,2655 1,2 1	0,4876 2,3 2	$\overset{\prime}{R}^{12}\overset{\prime\prime}{R}(\overset{\prime\prime\prime}{R}^{2})Si^{2}O^{14}$	2 $\overset{\prime}{R}^{10}SiO^{7}$
	V.	1,2328 11,57 12	0,1064 1 1	0,3351 3,1 3	0,7056 6,6 7	$\overset{\prime}{R}^{12}\overset{\prime\prime}{R}^{2}(\overset{\prime\prime\prime}{R}^{2})^{3}Si^{7}O^{30}$	6 $\overset{\prime}{R}^{4}SiO^{4}$ $\overset{\prime}{R}^{8}SiO^{6}$

Tritt der Gehalt an CaO oder MgO stärker hervor, so hat man wegen der Mengenverhältnisse der übrigen Basen in vorliegenden Fällen weder auf einen reinen Magnesium- noch einen reinen Calcium-Glimmer zu schliessen, vielmehr hat man es alsdann entweder mit einem gemischten Eisen-Magnesium- resp. Eisen-Calcium-Glimmer zu thun, oder es ist bei der ziemlich hohen Temperatur, die während der Aufschliessung des löslichen Silicats herrschte, durch die Schwefelsäure etwa im Gestein vorhandener Chlorit, resp. auch ein Theil der Hornblende zersetzt, letzteren Falles dem löslichen Silicat also auch ein kleiner Betrag für gewöhnlich unlöslichen Silicats beigemischt.

Die Elemente ($\overset{\prime\prime\prime}{R}^2$) treten, abgesehen von den in den Wetzschiefern sich findenden Glimmern, merkwürdig zurück.

Tabelle XVII.

	Nr.	*Verhältniss von:*					
		$\overset{\prime}{R}:Si$	$\overset{\prime}{R}:\overset{\prime\prime}{R}$	$\overset{\prime}{R}:(\overset{\prime\prime\prime}{R}^2)$	$\overset{\prime\prime}{R}:(\overset{\prime\prime\prime}{R}^2)$	$(\overset{\prime\prime\prime}{R}^2):Si$	$R:Si$
Kiesel-schiefer.	I.a	2,4 : 1	4 : 1	24 : 1	6 : 1	1 : 10	4,2 : 1
	I.b	1,7 : 1	28 : 1	56 : 1	2 : 1	1 : 21	3,1 : 1
	III.	3,8 : 1	23 : 1	23 : 1	1 : 1	1 : 6	5,1 : 1
Adinole.	III.	7,3 : 1	11 : 1	22 : 1	2 : 1	1 : 3	10,6 : 1
	IV.a	8 : 1	2 : 1	16 : 1	2 : 1	1 : 2	13 : 1
	IV.b	9 : 1	9 : 1	18 : 1	2 : 1	1 : 2	14 : 1
	V.	7,7 : 1	31 : 1	12 : 1	2 : 1	1 : 8	9 : 1
	VI.	6 : 1	18 : 1	19 : 1	1 : 1	1 : 3	8,5 : 1
Wetz-schiefer.	I.	2,2 : 1	9 : 1	4,5 : 1	1 : 2	1 : 2	6 : 1
	III.	2 : 1	2 : 1	4 : 1	2 : 1	1 : 2	7 : 1
	IV.a	2,2 : 1	9 : 1	4,5 : 1	1 : 2	1 : 2	6 : 1
	IV.b	6 : 1	12 : 1	12 : 1	1 : 1	1 : 2	10 : 1
	V.	4 : 1	6 : 1	4 : 1	1 : 3	1 : 2,3	4,6 : 1

$$R = \Sigma\,[\overset{\prime}{R} + \overset{\prime\prime}{R} + (\overset{\prime\prime\prime}{R}^2)]$$

Vorstehende Tabelle bringt weitere, aus den oben aufgestellten Formeln abgeleitete Beziehungen. Im Ganzen ist man zur Annahme sehr basischer Silicate gezwungen, welche selbst die basischsten der bislang gekannten Glimmer (Kalkglimmer) an Basicität übertreffen. Cf. Anm. pag. 66. — Die löslichen Silicate der Adinolen sind am basischsten, dann folgen die der Wetzschiefer, schliesslich die der Kieselschiefer.

Die Ansicht, dass das Wasser oder seine Elemente allerdings auch dem löslichen Theil der Silicate angehöre, aber nicht chemisch gebunden, nicht als Constitutionswasser, sondern in molecular angelagerter Form, führt zu den in den nachfolgenden Tabellen ausgedrückten Beziehungen.

Tabelle XVIII.

(Berechneter Gehalt des den H als H^2O enthaltenden löslichen Silicats an FeO und Fe^2O^3.)

	Kieselschiefer.			Adinolen.					Wetzschiefer.				
	I.		III.	III.	IV.		V.	VI.	I.	III.	IV.		V.
	a	b			a	b					a	b	
FeO	16,75	14,86	12,64	9,50	12,24	16,09	11,97	16,64	10,40	3,58	8,25	14,91	3,26
Fe_2O_3	0,11	0,13	7,24	4,61	8,15	10,72	10,36	4,90	7,96	9,16	3,47	6,29	0,57

Tabelle XIX.

(Atomverhältniss der — abgesehen vom H — im löslichen Silicat enthaltenen Elemente.)

	Kieselschiefer.			Adinolen.					Wetzschiefer.				
	I.		III.	III.	IV.		V.	VI.	I.	III.	IV.		V.
	a	b			a	b					a	b	
Si	0,8483	1,1164	0,9781	0,5582	0,5857	0,5851	0,8329	0,5193	0,7345	0,6281	0,7026	0,6217	0,7972
Fe	0,2329	0,2067	0,1759	0,1322	0,1703	0,2239	0,1665	0,2315	0,1461	0,0498	0,1184	0,2074	0,0453
(Fe^2)	0,0007	0,0008	0,0453	0,0282	0,0510	0,0671	0,0648	0,0306	0,0497	0,0573	0,0218	0,0393	0,0035
(Al^2)	0,0880	0,0531	0,1000	0,1771	0,2111	0,1654	0,0393	0,1718	0,2782	0,2784	0,3742	0,2990	0,3663
Mn	—	—	—	0,1003	0,0299	0,0258	—	—	0,0033	0,0086	—	—	Spr.
Ca	0,2157	0,0322	0,0184	0,2606	0,0816	0,1233	0,0617	0,1004	0,0340	0,1375	0,0324	0,0227	0,0057
Mg	0,0556	0,0183	0,0448	0,0571	0,1368	0,1724	0,0095	0,0631	0,0072	0,0441	0,0401	0,0391	0,0666
K	0,0706	0,1075	0,0944	0,1075	0,0887	0,1279	0,1142	0,1121	0,0721	0,0966	0,0648	0,1167	0,1559
Na	0,1840	0,1630	0,1233	0,0697	0,1756	0,0222	0,4262	0,5247	0,1104	0,2073	0,0442	0,0826	0,0490

Tabelle XX.

	Nr.	Verhältniss von: $\overset{\prime}{R}$:	$\overset{\prime\prime}{R}$:	$(\overset{\prime\prime\prime}{R}{}^2)$:	Si:	*Allgemeine Formel.*	*Zusammengesetzt aus den Silicaten:*
Kieselschiefer.	I.a	0,2546 2,8 3	0,5042 5,7 6	0,0887 1 1	0,8483 9,7 10	$\overset{\prime}{R}{}^6\overset{\prime\prime}{R}{}^{12}(\overset{\prime\prime\prime}{R}{}^2)^2Si^{20}O^{61}$	{ 19 $\overset{\prime}{R}{}^2SiO^3$ $\overset{\prime}{R}{}^4SiO^4$
	I.b	0,2705 5,0 5	0,2572 4,7 5	0,0539 1 1	1,1164 20,7 21	$\overset{\prime}{R}{}^{10}\overset{\prime\prime}{R}{}^{10}(\overset{\prime\prime\prime}{R}{}^2)^2Si^{42}O^{105}$	21 $\overset{\prime}{R}{}^2Si^2O^5$
	III.	0,2177 1,4 1	0,2391 1,6 2	0,1453 1 1	0,9781 6,4 6	$\overset{\prime}{R}{}^2\overset{\prime\prime}{R}{}^4(\overset{\prime\prime\prime}{R}{}^2)^2Si^{12}O^{35}$	{ 5 $\overset{\prime}{R}{}^2Si^2O^5$ 2 $\overset{\prime}{R}{}^6SiO^5$
Adinole.	III.	0,1772 1 1	0,5503 3,1 3	0,2053 1,1 1	0,5582 3,1 3	$\overset{\prime}{R}{}^2\overset{\prime\prime}{R}{}^6(\overset{\prime\prime\prime}{R}{}^2)^2Si^6O^{25}$	{ 5 $\overset{\prime}{R}{}^4SiO^4$ $\overset{\prime}{R}{}^6SiO^5$
	IV.a	0,2643 1,0 1	0,4186 1,6 2	0,2621 1 1	0,5857 2,2 2	$\overset{\prime}{R}{}^2\overset{\prime\prime}{R}{}^4(\overset{\prime\prime\prime}{R}{}^2)^2Si^4O^{21}$	{ 2 $\overset{\prime}{R}{}^{10}SiO^8$ $\overset{\prime}{R}{}^2Si^2O^5$
	IV.b	0,1501 1 1	0,5454 3,6 4	0,2325 1,54 1	0,5851 3,8 4	$\overset{\prime}{R}{}^2\overset{\prime\prime}{R}{}^8(\overset{\prime\prime\prime}{R}{}^2)^2Si^8O^{31}$	{ $\overset{\prime}{R}{}^2SiO^3$ 7 $\overset{\prime}{R}{}^4SiO^4$
	V.	0,5404 5,1 5	0,2377 2,2 2	0,1041 1 1	0,8329 8 8	$\overset{\prime}{R}{}^{10}\overset{\prime\prime}{R}{}^4(\overset{\prime\prime\prime}{R}{}^2)^2Si^{16}O^{47}$	{ 14 $\overset{\prime}{R}{}^2SiO^3$ $\overset{\prime}{R}{}^2Si^2O^5$
	VI.	0,6368 3,1 3	0,3950 1,9 2	0,2024 1 1	0,5193 2,56 3	$\overset{\prime}{R}{}^6\overset{\prime\prime}{R}{}^4(\overset{\prime\prime\prime}{R}{}^2)^2Si^6O^{25}$	{ 5 $\overset{\prime}{R}{}^4SiO^4$ $\overset{\prime}{R}{}^6SiO^5$
Wetzschiefer.	I.	0,1825 1 1	0,1906 1 1	0,3279 1,2 1	0,7345 4 4	$\overset{\prime}{R}{}^2\overset{\prime\prime}{R}{}^3(\overset{\prime\prime\prime}{R}{}^2)^2Si^8O^{25}$	{ 7 $\overset{\prime}{R}{}^2SiO^3$ $\overset{\prime}{R}{}^4SiO^4$
	III.	0,3039 1,2 1	0,2400 1 1	0,3357 1,4 1	0,6281 2,6 3	$\overset{\prime}{R}{}^2\overset{\prime\prime}{R}{}^3(\overset{\prime\prime\prime}{R}{}^2)^2Si^6O^{21}$	{ 3 $\overset{\prime}{R}{}^2SiO^3$ 3 $\overset{\prime}{R}{}^4SiO^4$
	IV.a	0,1090 1 1	0,1909 1 1	0,3960 3,6 4	0,7026 6,4 6	$\overset{\prime}{R}{}^2\overset{\prime\prime}{R}{}^2(\overset{\prime\prime\prime}{R}{}^2)^8Si^{12}O^{51}$	{ 9 $\overset{\prime}{R}{}^4SiO^4$ 3 $\overset{\prime}{R}{}^6SiO^5$
	IV.b	0,1993 1 1	0,2692 1,3 1	0,3383 1,8 2	0,6217 3,1 3	$\overset{\prime}{R}{}^2\overset{\prime\prime}{R}{}^2(\overset{\prime\prime\prime}{R}{}^2)^4Si^6O^{27}$	{ 3 $\overset{\prime}{R}{}^4SiO^4$ 3 $\overset{\prime}{R}{}^6SiO^5$
	V.	0,1549 1,3 1	0,1176 1 1	0,3698 3,1 3	0,7972 6,8 7	$\overset{\prime}{R}{}^2\overset{\prime\prime}{R}{}^2(\overset{\prime\prime\prime}{R}{}^2)^6Si^{14}O^{49}$	{ 7 $\overset{\prime}{R}{}^2SiO^3$ 7 $\overset{\prime}{R}{}^4SiO^4$

Das Wasser wird diesen Falls also nicht als wesentlich für die Zusammensetzung jener Silicate aufgefasst. Wiederum aber führen die Formeln am besten auf *Silicate von der Structur der Glimmer*, nur tritt natürlich die Gruppe $\overset{\prime}{R}$ entsprechend zurück und ist in Folge dessen die Basicität der betreffenden Silicatgruppe eine viel geringere, als vorher. In den Kieselschiefern Nr. Ib und Nr. III, sowie den Adinolen Nr. IVa und Nr. V muss man sogar zur Annahme zweifach saurer Silicate seine Zuflucht nehmen, die besonders in jenen Kieselschiefern stark hervortreten und auch in der Adinole IVa noch ein Drittel des löslichen Silicats ausmachen. Dieser bedeutendere Kieselsäuregehalt des löslichen Silicats liesse sich möglicher Weise auch durch etwas vorhandene freie und zwar opalartige Kieselsäure, resp. etwas beigemengten Amphibol oder Augit erklären. Letzteres dürfte überhaupt für die Fälle Belang haben, wo man in den löslichen Silicaten die sauren Gruppen $\overset{\prime\prime}{R}SiO^3$ und $\overset{\prime\prime}{R}^2Si^2O^5$ als anwesend annehmen musste. Man könnte auch, um in solchen Fällen die Analogie zu den Glimmerformeln evidenter zu machen, einen Theil des im Wasser vorhandenen Wasserstoffs den Basen, den einwerthigen Radicalen zurechnen.

Tabelle XXI.

	Nr.	Verhältniss von: $\overset{\prime}{R}:\overset{\prime\prime}{R}$	$\overset{\prime}{R}:(\overset{\prime\prime\prime}{R}^2)$	$\overset{\prime}{R}:Si$	$\overset{\prime\prime}{R}:(\overset{\prime\prime\prime}{R}^2)$	$(\overset{\prime\prime\prime}{R}^2):Si$	$R:Si$
Kiesel-schiefer.	Ia.	1 : 2	3 : 1	1 : 3,3	6 : 1	1 : 10	2,1 : 1
	Ib.	1 : 1	5 : 1	1 : 4,2	5 : 1	1 : 21	1 : 1
	III.	1 : 2	1 : 1	1 : 6	2 : 1	1 : 6	1,8 : 1
Adinole.	III.	1 : 3	1 : 1	1 : 3	3 : 1	1 : 3	1 : 1
	IVa.	1 : 2	1 : 1	1 : 2	2 : 1	1 : 2	5,5 : 1
	IVb.	1 : 4	1 : 1	1 : 4	4 : 1	1 : 4	3,75 : 1
	V.	2,5 : 1	5 : 1	1 : 1,6	2 : 1	1 : 8	1,9 : 1
	VI.	1,5 : 1	3 : 1	1 : 1	2 : 1	1 : 3	4,3 : 1
Wetz-schiefer.	I.	1 : 1	1 : 1	1 : 4	1 : 1	1 : 4	1 : 1
	III.	1 : 1	1 : 1	1 : 3	1 : 1	1 : 3	3 : 1
	IVa.	1 : 1	1 : 3	1 : 3	1 : 3	1 : 1,5	5 : 1
	IVb.	1 : 1	1 : 2	1 : 3	1 : 2	1 : 2	3,5 : 1
	V.	1 : 1	1 : 3	1 : 7	1 : 3	1 : 2,3	3 : 1

Mit Rücksicht auf Anm. 1 pag. 51 lässt sich dieser Umstand auch dadurch erklären, dass neben jenem löslichen Silicat relativ mehr Basis als Säure des „unlöslichen“ Silicats extrahirt worden ist.

Tabelle XXII.

	Nr.	*Verhältniss von:* H(OH) : Si
Kiesel-schiefer.	I. a	0,061 : 0,058 = 1 : 1
	I. b	0,061 : 0,050 = 1,2 : 1
	III.	0,105 : 0,061 = 1,5 : 1
Adinole.	III.	0,111 : 0,036 = 3,1 : 1
	IV. a	0,223 : 0,102 = 2,1 : 1
	IV. b	0,223 : 0,060 = 3,7 : 1 = 4 : 1
	V.	0,115 : 0,032 = 3,6 : 1 = 4 : 1
	VI.	0,127 : 0,042 = 3 : 1
Wetz-schiefer.	I.	0,246 : 0,235 = 1 : 1
	III.	0,090 : 0,099 = 1 : 1
	IV. a	0,177 : 0,161 = 1 : 1
	IV. b	0,177 : 0,072 = 2,4 : 1
	V.	0,127 : 0,171 = 1 : 1,3

Tabelle XXI giebt weitere, aus den zuletzt aufgestellten Formeln entwickelte Beziehungen, Tabelle XXII eine Zusammenstellung über das Verhältniss, in welchem den ausgeführten Partialanalysen zufolge Wasser und das Silicium der löslichen Silicate zu einander stehen. Dieses hat also für den Fall Gültigkeit, wo man in dem löslichen Theile der die Gesteine zusammensetzenden Silicatgruppen das Wasser als solches beigemengt, nicht aber seine Elemente als chemisch gebunden annimmt.

Durch vorliegende Partialanalysen ist wenigstens so viel dargethan, dass das lösliche Silicat eine im Allgemeinen glimmerähnliche Structur besitzt, hie und da vermuthlich mit Spuren von Hornblende (Augit) oder Chlorit gemischt und zudem stark wasserhaltig ist.

Die Elemente dieses Wassers können dabei, wie bereits mehrfach bemerkt, entweder als chemisch gebundene, wesentliche Bestandtheile, oder in Form molecular angelagerten Wassers, also als allerdings innig, aber doch nur mechanisch beigemengte, unwesentliche Bestandtheile jener Silicate aufgefasst werden. Die Glimmer sind gemischte Eisen-Magnesiumglimmer, relativ thonerdearm, dafür entsprechend reicher an ein- und zweiwerthigen Radicalen, enthalten, wenn man den Wasserstoff in Form von Wasser sich anwesend denkt, neben Halbsilicaten etc. die Gruppe $\acute{R}^2SiO^3$ in hervorragendem Maasse, auch wohl die Gruppe $\acute{R}^6SiO^5$ und führen in einzelnen Fällen auch saurere Silicate, die eben auf Hornblende oder Augit deuten, wenn man nicht durch Hinzurechnung eines Theiles des im

Wasser vorhandenen Wasserstoffs eine stärkere Basicität reconstruiren will. — Nimmt man hingegen die Elemente des Wassers sämmtlich als chemisch gebunden an, so führen die Formeln natürlich durchweg auf Silicate von sehr viel basischerer Natur, die wieder vielfach mit der Gruppe $\acute{R}^4SiO^4$ resp. auch $\acute{R}^2SiO^3$ gemischt erscheinen.

Tabelle XXIII.

	Kieselschiefer.			*Adinole.*					*Wetzschiefer.*				
	I.		III.	III.	IV.		V.	VI.	I.	III.	IV.		
	a	b			a	b					a	b	
SiO^2	99,17	97,74	95,98	69,61	91,36	87,42	85,36	84,94	89,70	86,12	82,61	77,74	93
Fe^2O^3	—	0,004	0,15	1,02	0,70	1,36	—	0,51	—	—	0,25	0,63	0
Al^2O^3	0,65	1,02	2,38	16,01	2,99	4,98	6,70	11,33	5,41	8,92	12,05	16,65	3
P^2O^5	—	—	—	0,53	—	—	—	0,16	Spr.	Spr.	Spr.	0,17	–
MnO	—	—	—	0,40	1,47	1,66	—	—	1,27	1,25	—	—	–
CaO	0,15	0,931	0,91	1,11	1,29	1,23	1,14	Spr.	1,76	0,34	0,63	0,86	1
MgO	—	0,105	0,24	0,20	0,01	0,24	0,22	0,09	0,79	0,02	?	—	–
K_2O	0,02	0,02	0,31	0,95	0,73	0,76	0,58	Spr.	0,79	0,08	?	0,05	–
Na_2O	0,01	0,18	0,03	10,17	1,45	2,35	6,00	2,97	0,28	3,27	4,46	3,90	1
Summa	100,00												

Ohne Berücksichtigung des P^2O^5 Gehalts berechnet sich:

	Adinole III.	Adinole VI.	Wetzsch. IV.b
SiO_2	69,96	85,09	77,87
Fe_2O_3	1,03	0,51	0,64
Al_2O_3	16,10	11,34	16,67
MnO	0,41	—	—
CaO	1,12	Spr.	0,87
MgO	0,20	0,09	—
K_2O	0,96	—	0,05
Na_2O	10,22	2,97	3,90

Sollte der Apatit wirklich auf mechanischem Wege vor vollständiger Zerlegung geschützt sein, so giebt auch die letzte kleine Tabelle keine unbedingt richtigen Werthe, weil alsdann noch ein Theil des Calciums strenggenommen dem löslichen Silicat zuzuschlagen wäre.

Tabelle XXIV.

(Atomverhältniss der im unlöslichen Silicat vorhandenen Elemente.)

	Kieselschiefer.			Adinole.					Wetzschiefer.				
	I.		III.	III.	IV.		V.	VI.	I.	III.	IV.		V.
	a	b			a	b					a	b	
Si	1,6549	1,6310	1,6017	1,1111	1,5247	1,4589	1,4245	1,4175	1,4986	1,4372	1,3787	1,2973	1,5549
(Fe^3)	—	Spr.	0,0009	0,0062	0,0040	0,0079	—	0,0032	—	—	0,0015	0,0039	0,0005
(Al^2)	0,0063	0,0099	0,0232	0,1562	0,0292	0,0486	0,0654	0,1106	0,0528	0,0870	0,1176	0,1625	0,0347
Mn	—	—	—	0,0056	0,0207	0,0234	—	—	0,0179	0,0176	—	—	—
Ca	0,0026	0,0166	0,0163	0,0198	0,0230	0,0220	0,0204	Spr.	0,0315	0,0060	0,0113	0,0154	0,0218
Mg	—	0,0026	0,0060	0,0050	0,0002	0,0060	0,0055	0,0022	0,0198	0,0005	?	—	—
K	0,0004	0,0004	0,0066	0,0202	0,0154	0,0160	0,0122	Spr.	0,0168	0,0016	?	0,0010	—
Na	0,0002	0,0058	0,0010	0,3284	0,0468	0,0758	0,1936	0,0958	0,0090	0,1056	0,1434	0,1292	0,0636

Tabelle XXV.

	Nr.	Verhältniss von: $\overset{I}{R}$:	$\overset{II}{R}$:	$(\overset{III}{R_2})$:	Si
Kieselschiefer.	I. a	0,0006	0,0026	0,0063	1,6549
		1	4,3	10,50	2758,1
		1	4	10	2758
	I. b	0,0062	0,0192	0,0099	1,6310
		1	3,09	1,4	295
		1	3	1	295
	III.	0,0076	0,0223	0,0241	1,6017
		1	2,9	3,1	210,7
		1	3	3	211
Adinole.	III.	0,3486	0,0304	0,1624	1,1111
		11,4	1	5,3	36,55
		11	1	5	36
	IV. a	0,0622	0,0439	0,0332	1,5247
		1,89	1,3	1	45,9
		2	1	1	46
	IV. b	0,0918	0,0514	0,0565	1,4589
		1,7	1	1,09	28,3
		2	1	1	28
	V.	0,2058	0,0259	0,0654	1,4245
		7,9	1	2,52	55
		8	1	2	55
	VI.	0,0958	0,0022	0,1138	1,4175
		43,54	1	51,7	64,4
		43	1	52	64
Wetzschiefer.	I.	0,0658	0,0692	0,0528	1,4936
		1,2	1,3	1	28,2
		1	1	1	28
	III.	0,1072	0,0241	0,0870	1,4372
		4,4	1	3,6	59,6
		4	1	4	60
	IV. a	0,1434	0,0113	0,1191	1,3787
		12,6	1	10,5	122
		13	1	10	122
	IV. b	0,1302	0,0154	0,1664	1,2973
		8,4	1	10,8	84,2
		8	1	11	84
	V.	0,0636	0,0218	0,0352	1,5349
		2,9	1	1,6	71,2
		3	1	2	71

Durch Subtraction der durch die Partialanalysen erhaltenen Werthe von den entsprechenden der Bauschanalysen und Berechnung des Restes auf 100 erhält man die in Tabelle XXIII mitgetheilten Daten. Aus letzteren leiten sich weiter die in den übrigen beiden Tabellen zusammengestellten Atomverhältnisse und Beziehungen ab. Es liegt auf der Hand, dass der bei Weitem grösste Theil der Kieselsäure sich hier als *freie* und zwar als in *siedenden Alkali-Hydroxyden resp. -Carbonaten unlösliche Kieselsäure* vorfinden muss. Selbst die sauersten Silicate würden nicht genügen, einen solchen ungemeinen Ueberschuss von Kieselsäure zu deuten.

Die Summe dieser freien Kieselsäure ist in den Kieselschiefern beträchtlich grösser, als in den anderen Gesteinen, in welchen ihre Menge sehr schwankt. Da es nicht gelungen ist, die als Silicat vorhandene Kieselsäure vom Quarz zu trennen, so lässt sich die chemische Natur des unlöslichen Silicats auch nicht durch Rechnung feststellen, mit Zugrundelegung der später mitzutheilenden mikroskopischen Beobachtungen aber annehmen, dass das unlösliche Silicat namentlich den triklinen Feldspäthen zugehört. Diese Feldspäthe müssen gemischte Kalk-Natron-Feldspäthe, Oligoklase sein, in denen ein kleiner Theil des Natriums durch Kalium, ein Theil des Calciums durch Magnesium, ein Theil endlich des Aluminiums durch Eisen vertreten ist. Ein Theil des im Ganzen nur unbeträchtlichen Kaliumgehaltes ist möglicher Weise auf die Anwesenheit von etwas Orthoklas zurückzuführen. Die in der Tschermak'schen Theorie ausgesprochenen Beziehungen sind hier nicht nachzuweisen, da eben die gebundene Kieselsäure und das entsprechende Silicium nicht hatten bestimmt werden können. Auffallend alkalireich ist das unlösliche Silicat der Adinolen Nr. III und IV, sowie des Wetzschiefers Nr. IV, das des letzteren, namentlich aber das der Adinole Nr. VI gleichzeitig sehr reich an $Al^2(Fe^2)$. Die weiteren Verhältnisse zwischen den Elementen $\overset{\prime}{R} : \overset{\prime\prime}{R} : (\overset{\prime\prime\prime}{R}{}^2)$ lassen erkennen, dass ein Theil der ein- und zweiwerthigen Elemente noch in anderer Weise silicirt sein muss, dass neben jenen Feldspäthen sich noch thonerdehaltige resp. thonerdefreie Silicate finden müssen, welche vielleicht die Structur $\overset{\prime\prime}{R}SiO^3$ haben, mit oder ohne Beimischung der Gruppe $\overset{\prime\prime\prime}{R}{}^2O^3$ und stellenweise, in Folge einer Vertretung von $\overset{\prime\prime}{R}$ durch $2\overset{\prime}{R}$ einen geringen Alkaligehalt zeigend. Es würde das auf thonerdefreie bez. thonerdehaltige Amphibole resp. Augite führen, welche Silicate ja

ebenfalls selbst durch heisse Schwefelsäure nur sehr unvollkommen zerlegt werden.

Im Uebrigen ist das nach dem Behandeln des Gesteinspulvers mit Salzsäure zurückbleibende unlösliche Silicat ärmer an SiO^2, dagegen reicher an Al^2O^3, Fe^2O^3 und Na^2O, durchschnittlich auch reicher an CaO und MgO, als der nach Zerlegung des Gesteinspulvers mit Schwefelsäure zurückbleibende unlösliche Rest.

C. Mikroskopische Untersuchung.

In den sämmtlichen Dünnschliffen[1] finden sich in einer deutlich isotropen Basis die verschiedensten amorphen wie krystallinischen Gebilde, letztere von unvollkommenster Individualisation und winzigster Kleinheit bis zum Theil beträchtlicher Grösse und schöner, scharfer Entwicklung abgeschieden.

Mit Sicherheit sind: Glimmer (Biotit), Hornblende, Augit (jedoch nur sehr selten), Chlorit, Feldspath (namentlich Plagioklas), Quarz, Magneteisen, Hydroxyde des Eisens und Mangans, Calciumcarbonat, Schwefelkies, sowie Kohlenstoff, sei es als solcher, sei es in Form bräunlich resp. bei stärkerer Anhäufung ebenfalls schwärzlich er-

---

[1] Vorliegende, der mikroskopischen Forschung jedenfalls sehr grosse Schwierigkeiten darbietende und weit geübtere Mikroskopiker verlangende Untersuchungen auch nur einigermassen erschöpfend, geschweige denn ohne jedweden Missgriff ausgeführt zu haben, kann uns selbstredend nicht in den Sinn kommen. — Ausser von sämmtlichen, analytisch untersuchten Gesteinen wurden noch von anderen Oberharzer Vorkommnissen Schliffe angefertigt, — die Mehrzahl in der mechanischen Schleiferei von Voigt und Hochgesang, einzelne hier an Ort und Stelle, — in Summa wurden etwa 50 Schliffe untersucht, ca. 15 von jeder unserer Gesteinsart, so dass deren Beschreibung vermuthlich ein wenigstens ungefähres Durchschnittsbild liefern wird. Von einzelnen Gesteinen fertigte man mehrere Schliffe in verschiedenen Schnittebenen an, deren eine in der Schichtungsebene, deren andere aber in Verticalebenen sich befinden, die eine die Streichungslinie des Gesteins (Längsschliff), die andere die Falllinie (Querschliff) enthaltend. Im grossen Ganzen ergaben jedoch solche an demselben Gestein in verschiedenen Ebenen angestellten Schliffe stets gleiche Bilder. Die als Gänge aufzufassenden Erscheinungen zeigten sich allerdings mehr oder weniger in den Quer- und Längsschliffen und war weiter die Diagnose rundlicher Gebilde als kugelige erleichtert, sobald sich in allen drei Schliffebenen diese Durchschnitte als kreisförmig ergeben hatten. Nur konnte selbstredend je nach der Stelle, an welcher der fragliche kugelförmige Körper von dem Schliff durchschnitten wurde, der Durchmesser jener kreisförmigen Durchschnitte ein sehr verschiedener sein.

scheinenden organischen Staubs nachgewiesen, als zweifelhaft erscheint die Gegenwart von Apatit, Hydrophan (Cacholong) und Kupferkies.

In welcher Form die durch die Analyse nachgewiesene Titansäure vorkommt, liess sich nicht erweisen, vielleicht ist, wie das bei einer anderen Gelegenheit bereits hervorgehoben ward, die Hornblende resp. der Glimmer titansäurehaltig, vielleicht auch sind einzelne der in allen diesen Gesteinen anzutreffenden keilartigen und hell rothflimmernden, winzigen Kryställchen als Titanit zu deuten.

In den viele Carbonate enthaltenden, stark zersetzten Adinolen und Wetzschiefern ist den analytischen Ergebnissen zufolge neben $CaCO^3$ die Gegenwart von $MgCO^3$, $MnCO^3$ und $FeCO^3$ zu vermuthen. Mikroskopische Unterscheidungsmale haben auch durch weitere directe Versuche, gelegentlich deren man Schliffe von möglichst reinem Spatheisenstein, Bitterspath und Manganspath der Untersuchung unterwarf, nicht nachgewiesen werden können, vielmehr liefern diese Carbonate zum Verwechseln ähnliche Erscheinungen.

Ebensowenig war zu constatiren, in welcher Form der Ueberschuss von Chlor (cf. pag. 37), sowie das durch die Analyse angezeigte Antimon sich vorfinden. Die krystallinischen oder kryptokrystallinischen Ausscheidungen sind möglicher Weise zum Theil klastischer Natur (besonders möchte man die unregelmässig gestaltenen Glimmerläppchen dahin rechnen), zumeist aber schieden sie sich wohl während des Verfestigungsprocesses unserer Gesteine ab. Ein Theil endlich bildete sich durch später stattfindende secundäre Processe.

Jedenfalls hält es bekanntlich höchst schwer, mit Sicherheit etwaige klastische Gemengtheile von den rein krystallinischen zu unterscheiden, da eine gewisse Formenlosigkeit oder unregelmässige Ausbildung derartiger Gebilde doch wohl nicht als Diagnose herangezogen werden soll.

I. Individualisation der in den Gesteinen sich vorfindenden Gemengtheile.

a) Die krystallinischen resp. kryptokrystallinischen Ausscheidungen, sowie die amorphen mit Ausnahme der Basis. Dieselben spielen quantitativ eine geringere Rolle, als die Basis.

1. Quarz.

Die Summe der eigentlich krystallinischen Quarzausscheidungen ist relativ gering, zumeist betheiligt sich die Kieselsäure an der Zusammensetzung der Basis. — Die Form der krystallinischen Ausscheidungen ist eine sehr verschiedene, bald mehr bald weniger vollkommen gestaltete. Ringsum schön ausgebildete Dihexaëderdurchschnitte finden sich seltener, viel häufiger niedere Ausbildungen: mattweisse bis wasserhell erscheinende Körnchen, Keilchen, Nädelchen etc., die sich sammt und sonders namentlich im polarisirten Licht deutlich gegen die amorphe Basis abheben. Vielfach vereinigen sich die Quarzindividuen zu mattweissen, blumenkohlartigen Gebilden (Adinole v. Lerbach Nr. II), sehr häufig auch zu einem förmlich unter sich verästelten und weit durch das Gestein verbreiteten „Netzwerk“ (Adinole Nr. III—IV). Diese Quarzlamellen (?) zeigen sogar, wenn sie gross genug auftreten, ganz ähnliche Sprünge, wie man sie an grösseren Quarzkrystallen so häufig findet (Adinole v. Bielstein). Solche unregelmässig gelappten, eine Art Netzwerk bildenden Quarzadern lassen sich besonders gut in den sämmtlichen Adinolen verfolgen.

Mitunter bilden die oben erwähnten Keilchen auch andere merkwürdig regelmässige Figuren, z. B. dreiarmige, vierarmige Kreuze, wie sie namentlich in den Wetzschiefern vom Stukenloch, von Lerbach, der Teufelsecke und vom Grotenberg anzutreffen sind. Offen zu lassen ist dabei allerdings die Frage, ob jene Kreuzchen nicht etwa etwas Organisches sind, Gebilde, wie sie Dana als organische Reste im Hornstein (Manual of geology pag. 269) abbildet.

Weiter finden sich grössere Nieren und Lappen, rundliche Concretionen, sowie echte Sphärolithe mit meist schön radialer Structur. — Deutliche Quarzdihexaëder mit Flüssigkeitseinschlüssen liefert z. B. eine Adinole aus dem Dölbethal, hellglänzende rhombische Längsschnitte der Wetzschiefer vom Stukenloch. Liegen jene Dihexaëderflächen schief im Gesteinsgewebe und sind die einzelnen Flächen stark verzogen, so kann es im Dünnschliff auch zu wasserhellen dreieckigen Durchschnitten kommen, wie sie thatsächlich mehrfach beobachtet wurden.

Falls man das späterhin über die muthmassliche chemische Natur der amorphen Basis Bemerkte mit in Betracht zieht, ist demnach hinsichtlich der unlöslichen Kieselsäure eine ganze Reihe von Ausbildungen gegeben, welche einen völligen Uebergang zwischen

niedrigster Ausbildung in der amorphen Basis und höchst vollkommener Gestaltung in schön polarisirenden scharfen Dihexaëderdurchschnitten vermitteln.

Interpositionen im Quarz finden sich zahlreich. Sie bestehen aus opalartiger Kieselsäure, bräunlichem, organischen Staub, Eisenresp. Mangan-Hydroxyden, auch wohl aus Hornblende mit ihren secundären Zersetzungsproducten, zum Theil auch aus Flüssigkeitseinschlüssen, wiewohl eine mobile Libelle nur sehr selten zu beobachten ist. All diese Interpositionen sind bald regelmässig, bald unregelmässig in ihren Wirthen vertheilt, zeigen bisweilen merkwürdig regelmässige Beziehungen zu den äusseren Formen derselben, vielfach durchaus nicht und sind zur Zeit der Verfestigung des Quarzes bereits in dem Gesteinsgewebe abgeschieden gewesen, zum Theil jedoch später auf Capillarspalten eingedrungen. Letzteren Falls ging hie und da eine partielle Umwandlung der Quarzsubstanz in amorphe, opalartige Kieselsäure vor sich.

Die Polarisationserscheinungen des Quarzes sind je nach seiner formellen Entwicklung und Grösse und je nachdem er mehr oder minder frei ist von Interpositionen verschieden intensiv. Die brennend schönen, mit bunt flimmerndem Rand versehenen Farben, welche der Quarz für gewöhnlich im polarisirten Licht zu zeigen pflegt, trifft man hier nur selten an. Durchweg aber polarisirt der später auf Gängen und Klüften in das Gesteinsmaterial eingedrungene Quarz lebhafter, als der ursprünglich oder im Lauf secundärer Processe darin abgeschiedene (Adinole V u. VI). Matt polarisirende und als Quarz zu deutende kleinere, wie grössere Läppchen, Nieren etc. gewahrt man z. B. massenhaft in den sämmtlichen Adinolen. Unvollständig ausgebildete rundliche, glasglänzende Concretionen sind in den Wetzschiefern (Nr. IV) und Adinolen (Nr. II) vielfach zu beobachten, auch sie bringen im Allgemeinen im polarisirten Licht nur schwache Lichteffecte hervor.

Eine höchst interessante Erscheinung bilden die in jenen Culm-Kieselschiefern sehr zahlreich, in den Adinolen und Wetzschiefern hingegen nicht anzutreffenden *feinfasrigen Sphärolithe*, welche hier beim Quarz ihre Besprechung finden mögen, da sie wegen ihres massenhaften Vorkommens in jenen Gesteinen, wegen des sehr hohen Gehalts der letzteren an unlöslicher Kieselsäure, des verschwindenden Gehalts dagegen an löslichen wie unlöslichen Silicaten muthmasslich wenigstens der Hauptsache nach aus unlöslicher Kieselsäure bestehen

werden. Durch Behandlung der Dünnschliffe mit heissem Kaliumhydroxyd erfährt diese Sphärolithsubstanz ebenfalls nicht die mindeste Veränderung und reagirt auf gewöhnliches, sowie polarisirtes Licht ganz wie zuvor. Die Dimensionen der einzelnen Sphärolithe variiren sehr von 0,001 und 0,004 mm Durchmesser bis zu 0,02 mm Durchmesser.

Meist von regelmässigem, kreisförmigen Durchschnitt ergeben sie nur selten unregelmässige Formen, verzogene eckige Figuren oder flach zusammengedrückte Individuen (Adinole II) und zeigen meist im polarisirten Licht deutliche Interferenzkreuze.

Die Durchschnitte dieser Gebilde sind in sämmtlichen drei Schiffebenen kreisförmig, wodurch ihre kugelförmige Gestalt unbedingt feststeht. Schon im gewöhnlichen Licht machen sie sich in der Regel durch ihre meist deutliche Faserung sowie einen helleren Farbenton, als ihn die übrigen Gemengtheile zeigen, kenntlich, wiewohl andrerseits auch häufig von der Faserung im gewöhnlichen Licht so wenig zu sehen ist, dass der Sphärolith-Durchschnitt auf den ersten Blick ein Loch zu sein scheint. Vielfach haben sie förmliche Attractionscentra abgegeben und aus den benachbarten, noch in Bewegung befindlichen Gesteinstheilen namentlich leicht bewegliche, kleine Krystallmassen angezogen. Die sonst scharf geschnittenen Sphärolithe erscheinen so umgeben mit einem schmalen Band gelblichbrauner bis schwärzlicher Blättchen und Kryställchen, welch letztere sich nur selten an einer bestimmten Stelle der Peripherie anhäufen, vielmehr meist den grösseren Theil des Sphärolithrandes umsäumen. Diese ganzen Verhältnisse können beim Anblick sehr wohl den Eindruck einer förmlichen Fluidalstructur erwecken.

Die Sphärolithe sind nicht selten zu mehr oder weniger parallelen Reihen angeordnet, was sich bereits gut beobachten lässt, wenn man die Schliffe, — besonders die Quer- und Längs-Schliffe gegen das Licht hält. Auftretende, mit dem verschiedensten Material angefüllte Klüfte und Gänge biegen um sie herum oder durchsetzen sie, sind mithin in beiden Fällen später entstanden und verfestigt, als die Sphärolithmasse. Ein im Centrum der letzteren liegendes, vielleicht den Ansatzpunkt abgebendes schwarzes Kryställchen oder Blättchen gewahrt man selten. Jedoch kommen solche Dinge vor. So zeigt unter Anderem der Kieselschiefer von der Teufelsecke mehrere schöne kleine Sphärolithe, die inmitten mit einem Kohlenstoff- resp. Schwefel-

kies-Partikelchen erfüllt sind. Die Faserung der Sphärolithe ist bald mehr, bald weniger ausgeprägt, tritt häufig derart zurück, dass nur noch die Peripherie schwach gefasert, der Kern des Sphäroliths aber gleichmässig mattweiss und compact aussieht. Auch concentrisch struirte Sphärolithe kommen vor, in denen sich mehrere concentrisch zu einander stehende Zonen unterscheiden lassen, die, in der Regel scharf gegen die übrige Sphärolithmasse abgegrenzt, bald gleichmässig matt, bald gefasert erscheinen. Selbst in diesen Fällen ist die Anordnung der einzelnen Fasern eine radiale.

Treten die divergent vom Mittelpunkt ausstrahlenden Fasern eines Sphäroliths irgend deutlich hervor, so erhält man im polarisirten Licht stets schöne Interferenzkreuze und zwar zeigen sich zwei Kreuze, deren eins — das Hauptkreuz — bei gekreuzten Nicols hell, am Rand schön bläulich, auch gelblich oder röthlich gefasert erscheint, beim Drehen des Analysators fest stehen bleibt, dabei die bläuliche, randliche Faserung verliert, mehr und mehr verblasst und bei parallelen Nicols als mattweise, kaum gefaserte Masse auftritt, während das zweite, das Nebenkreuz, bei gekreuzten Nicols dunkel resp. tiefblau, auch wohl schmutzig gelb aussieht, (stets aber dunkle, gesättigte Farbentöne zeigt), sich beim Drehen des Analysators mit halber Winkelgeschwindigkeit umdreht, bei parallelen Nicols unter das Hauptkreuz tritt und dabei gelbliche bis bräunliche, schmutzige Farbentöne annimmt, mitunter auch dunkel aussieht. Das Quantitätsverhältniss zwischen beiden Kreuzen ist ein wechselndes, bald überwiegt das Hauptkreuz bei Weitem und ist in der Mitte geschlossen, bald erblickt man an Stelle seiner vier Kreuzarme nur vier unbestimmt blau flimmernde Fetzen, meist aber tritt es mehr hervor, nur selten ist das Nebenkreuz in der Mitte geschlossen und überwiegend. Die Faserung des Hauptkreuzes ist in der Regel randlich am schönsten. — Stellenweise erscheinen die Kreuze sehr verzerrt, so dass man nicht selten nur Bruchstücke davon, buntfarbene Büschel erblickt.

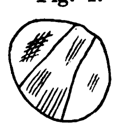
Einen eigenthümlichen Effect bringen grösseren Sphärolithen direct angelagerte kleine Sphärolithe hervor, an denen die Interferenzerscheinungen deutlich genug hervortreten, so dass man beim Drehen des oberen Nicols zuweilen auf recht engem Raum einen ganzen Complex sich drehender und fast berührender, nie aber sich durchkreuzender Nebenkreuze gewahrt.

In umstehender Figur angedeutete Erscheinungen zeigen sich,

wenn der Sphärolith schief geschnitten wurde resp. bei unvollständiger Ausbildung des Sphäroliths.

Mitunter tritt, wie früher bereits bemerkt, die Faserstructur der Sphärolithe sehr zurück und beobachtet man alsdann keine Interferenzkreuze, immerhin aber noch eine eigenthümliche Differentiirung der einzelnen Sphärolittheile, so zwar, dass ein Theil des Sphäroliths bei gekreuzten Nicols hellgelb, der andere dunkelblau bis schwarz aussieht, während bei parallelen Nicols der zuvor hellgelbe Theil meist dunkelblau mit schmutzig rothbraunem Rand, der vorher dunkle Theil aber gelblich weiss, von schwachgelblichem Ton erscheint, nachdem er, bevor die Hauptschnitte der Nicols wieder parallel zu einander standen, ebenfalls blaue Farbennuancen durchlief. Bei sorgfältiger Prüfung kann man indessen auch in solchen Sphärolithen häufig eine schwache Faserung nachweisen.

Fig. 1.



Bisweilen ist an derartigen, wenig gefaserten, schon mehr Concretionen sich zuneigenden Dingen bei parallelen Nicols die ganze Mitte schmutzig braun, der Rand heller und etwas gefasert, bei gekreuzten Nicols aber die Mitte mattblau und gleichmässiger, als der deutliche Aggregatpolarisation und eine bunte Mosaik zeigende Rand.

Interpositionen finden sich im Ganzen in den Sphärolithen weniger, kommen jedoch vor und bestehen dann vorwiegend aus einem sehr feinen bräunlichen, organischen Staub. Durch stärkere Anhäufung wohl völlig schwarz und impellucid erscheinend, sammelt er sich theilweise förmlich central an und lässt von der Sphärolithmasse alsdann nur einen bläulich weissen, meist schön radial gefaserten schmalen Rand erkennen, findet sich aber vielfach auch peripherisch, in welchem Falle nur im Innern die schön gefaserte Sphärolithmasse rein hervortritt. Einen eigenthümlichen, höchst bemerkenswerthen Eindruck gewährt es, wenn der aussen um den Sphärolith herumgelagerte braune Staub eine kleine Strecke weit radial in den Sphärolith hineinsetzt. — Auf den ersten Blick möchte man solche Dinge geradezu für fossile

Fig. 2.

Fig. 3.

Radiolarien halten, eine Muthmassung, die jedoch sogleich verschwindet, wenn man die vielen anderen benachbarten Sphärolithe betrachtet, welche mit organischen Formen entschieden nichts zu thun haben.

Andere Interpositionen: Eisenhydroxyd, opalartige Kieselsäure, Theile der Basis etc. kommen in den Sphärolithen seltener vor.

Dass übrigens an der Zusammensetzung dieser Sphärolithe hie und da auch opalartige Kieselsäure (Hydrophan?) Theil nimmt, lehrt schon die Beobachtung im auffallenden Licht. Die betreffenden, häufig auch zugleich mit etwas bräunlichem Staub erfüllten Parthien erscheinen alsdann bläulichweiss oder mattbräunlich, die übrigen Sphäroliththeile aber dunkel (Kieselschiefer von Stukenloch). Ueberhaupt sehen die von Interpositionen freien, rein weissen Sphärolithe im auffallenden Licht blauschwarz bis schwarz (Kieselschiefer von Hengstrücken und Stukenloch), die mit Kohlenstoff oder bräunlichem Staub etc. beladenen aber mattbräunlich aus (Kieselschiefer von Tränkeberg, Wienthalskopf und der Teufelsecke).

Imbibitionsfähigkeit besitzt der Quarz bekanntlich nicht, auch wenn er in niederem Masse individualisirt, kryptokrystallinisch ist.

2. Hydrophan. Cacholong.

Sämmtliche Schliffe ergeben rundliche, im durchfallenden Licht schwarz, im auffallenden Licht weiss bis gelblich weiss erscheinende, also weisse impellucide Parthien, die durch verdünnte Fuchsinlösung intensiv roth gefärbt werden, also vielleicht Hydrophan sind (cf. Behrens Sitzungsber. d. k. kgl. Acad. d. Wissensch. (Wien) LXIV, 1871 pag. 522). Einzelne, sonst den nämlichen Eindruck erweckende impellucide weisse Massen nehmen dabei keine Färbung an und sind entweder Hydrophane (?), welche etwas unterhalb der obersten Schliffebene liegen und somit nicht imbibirt werden konnten, oder vielleicht Cacholonge, die ja keine Imbibitionsfähigkeit besitzen.

Die Form jener muthmasslichen Hydrophanpartikelchen ist eine sehr verschiedene, unregelmässige. So finden sich winzig kleine oder grössere Körnchen, Läppchen, grössere, massigere Klumpen etc. Stellenweise sind die Körnchen perlschnurartig an einander gereiht. Selbst aber bei stärkster Vergrösserung sehen diese Dinge im durchfallenden Licht gleichmässig mattschwarz aus, nur hie und da glitzern hellere Punkte daraus hervor.

Man trifft sie, wie gesagt, in allen jenen Gesteinen, am deut-

lichsten in den Adinolen. Sie finden sich häufig auch innerhalb grösserer Quarzindividuen, in manchen Sphärolithen etc. und sind theilweise primär, theilweise secundär durch Zersetzung von Silicaten entstanden, letzteren Falls mitunter weiter transportirt und erst in einiger Entfernung von der Stelle, die das Protomineral einnahm, abgesetzt.

3. Eisenoxydate.

Zu nur geringem Theil amorph finden sie sich in Form von prächtig rothen, winzigen Pünktchen, feinstem, cochenillerothem, zartem Staub (Adinole VI), blut- bis braunrothen Körnchen, die bisweilen perlschnurartig an einander gereiht sind, endlich von gelb- bis braunrothen kleinen oder grösseren Läppchen (Kieselschiefer vom Wienthalskopf und Stukenloch, Adinole VI) und ertheilen vorzüglich den rothen Adinolen und Wetzschiefern ihre Färbung. Dickere, innen braunrothe Klumpen werden nach Aussen stets lichter, gelblicher, damit vermuthlich auch wasserhaltiger. Meist sind derartige Gebilde isolirt und vereinzelt in der übrigen Gesteinsmasse verstreut, zum Theil auch als Interpositionen in anderen Krystallen, vorwiegend auch auf Klüften (alsdann häufig in Dendriten) abgeschieden. Förmliche Schwärme, wie die Manganhydroxyde bilden sie weniger (Adinole III), sie sind alsdann auch von den letzteren leicht im auffallenden Licht zu unterscheiden, sehen dabei immer heller roth aus, während die Manganhydroxyde in diesem Fall einen fast schwärzlichen, dunkeln Ton annehmen. Einige jener Eisenverbindungen zeigen innen einen impelluciden schwarzen Kern (Kieselschiefer von der Teufelsecke), einige einen mattweissen, vielleicht aus Kieselsäure bestehenden Rand (Kieselschiefer von Stukenloch).

Die Zusammensetzung dieser Eisenhydroxyde, welche also bei durchfallendem Licht gelblich- bis braunroth, bei auffallendem Licht dunkel oder hellroth, fast pellucid erscheinen und wohl meist aus Ferrihydroxyden resp. Ferro-Ferri-Hydroxyden bestehen, ist, wie schon die verschiedenen Farbennuancen andeuten, eine verschiedene.

Vielfach lässt sich eine Oxydation von Schwefelkieswürfeln verfolgen und finden sich gar nicht selten zart rothe, sowie gelb- und braunrothe quadratische Durchschnitte (Adinole I, Wetzschiefer IV), deutliche Pseudomorphosen von Gelb- oder Brauneisen nach Schwefelkies. Theilweise sind diese Würfel innen noch schwarz und nur an den randlichen Parthien braunroth gefärbt. Die zuweilen anzu-

treffenden braunrothen dreieckigen Durchschnitte sind vielleicht ähnlich zu deuten und als Pseudomorphosen von Roth- oder Brauneisen nach Schwefelkieskrystallen aufzufassen.

Ohne des Näheren auf genetische Verhältnisse eingehen zu wollen, sei nur beiläufig erwähnt, dass ein Theil jener Hydroxyde unzweifelhaft durch Zersetzung von Silicaten, namentlich wohl von Hornblende entstanden ist. So lässt sich vielfach eine innige Vergesellschaftung grünlicher, dichroitischer Massen mit hell- bis bräunlichgelben resp. durch stärkere Anhäufung schwärzlichen Eisenhydroxyden beobachten, manchen Orts auch verfolgen, wie bei jenem Zersetzungsprocess Kieselsäure und zwar in der Regel in opalartiger Form abgeschieden ward. Selbst der im Allgemeinen beständigere Glimmer ist zum Theil ähnlichen Zersetzungsprocessen anheimgefallen. So finden sich braunrothe, ganz ähnlich geschülferte Massen, wie man sie als Glimmerschüppchen und -läppchen zu sehen gewohnt ist. Dieselben zeigen häufig innen noch spärliche grüne unzersetzte Theile (Teufelsecker rothe Adinole) und vielfach zugleich noch Reste von bei jener Zersetzung entstandener nicht fortgeführter (opalartiger) Kieselsäure.

Neben diesen Hydroxyden finden sich in den Gesteinen auch reine, wasserfreie Oxyde des Eisens, sowohl Magneteisen, wie je nach der Dicke der Blättchen licht- oder braunroth erscheinender Eisenglanz. Letzterer kommt zum Theil in deutlichen Krystallen von hexagonalem, sechsseitigem Durchschnitt vor. Dieselben sind bisweilen unter schiefem Winkel in die übrige Masse eingebettet und können alsdann wohl auch zur Bildung jener dreieckigen, rothen Formen Veranlassung geben, deren weiter oben gedacht wurde. Auch Magneteisen ist in den bekannten Gebilden und Combinationen schwarzer, impellucider Körnchen beobachtet und theilweise ursprünglich, theilweise wohl erst durch Zersetzung von Hornblende erzeugt.

Mit dem Magneten hatte sich, wie früher angeführt wurde, Nichts aus dem Gesteinspulver extrahiren lassen, so dass grössere Beträge von Magnetit jedenfalls nicht vorhanden sind, während die winzigen, in Silicate etc. eingebetteten Magnetitpartikelchen sehr wohl der Einwirkung des Magneten entgangen sein können. Aehnlich aussehende schwarze Blättchen und Klümpchen werden übrigens von Salzsäure in keiner Weise angegriffen und sind somit wohl als Kohlenstoff anzusehen.

Ob Titaneisen vorhanden, war nicht zu constatiren.

4. Manganoxydate

begleiten die Eisenoxydate häufig und sind, wie diese, theilweise ursprünglich, theilweise secundär durch Zersetzung von Silicaten z. B. von Hornblende entstanden. Von wechselndem Wassergehalt und dementsprechend eine lichtere oder dunklere Farbe zeigend, die jedoch stets einen eigenthümlichen Stich in ein schmutziges Braun hat, sehen sie in auffallendem Lichte dunkler, schwärzlicher aus, als die Eisenhydroxyde. Geradezu charakteristisch für die Manganhydroxydate ist es ferner, dass sie meist in sehr regelmässig wellenförmig hin- und hergewundenen, nahezu parallelen Linien schwarmweise die Gesteine durchziehen. Schon mit blossem Auge kann man an mehreren Schliffen manganreicher Gesteine diese aus parallel verlaufenden Wellenlinien zusammengesetzten Schwärme beobachten. Letztere zeigen bei stärkerer Vergrösserung indess nicht selten sehr complicirte Verästelungen. In grösseren, compacten Lappen und Klumpen treten die Manganhydroxyde seltener auf.

Bei der Zersetzung von Hornblende können nicht nur Hydroxyde des Eisens, sondern auch solche von Mangan entstehen, so trifft man denn auch in diesen Gesteinen zuweilen Stellen an, wo neben noch unzersetzter, in der Regel nur schwach dichroitischer Hornblende grünliche Parthien von Chlorit, hell- bis gelblich- und braunrothes Eisenhydroxyd, sowie braunschwarzes Manganhydroxyd liegen. Ebensowohl lässt sich in diesen Fällen meist noch verfolgen und constatiren, dass jener Zersetzungsprocess mit einer Abscheidung von Kieselsäure verbunden war, die sich ihrerseits als Quarz oder opalartige Kieselsäure individualisiren konnte.

Innerhalb jener aus Manganhydroxyden zusammengesetzten Schwärme trifft man häufig opalartige Kieselsäure an. Randlich sehen alle diese Manganhydroxyd-Parthien, auch in dem Falle, wo sie grössere isolirte Lappen und Klumpen bilden, gelblichbraun, überhaupt etwas lichter aus, als in der Mitte.

5. Hornblende,

die in den Kieselschiefern viel sparsamer, als in den anderen Gesteinen, namentlich den Adinolen anzutreffen ist, findet sich von gelblicher, grünlicher, auch brauner Farbe in grösseren Individuen bekannten Durchschnitts, meist aber in mikroskopischen Gebilden als Säulchen, Stängelchen und Nädelchen. Dichroismus und Fase-

ung sind nur selten stark ausgeprägt, zeigen sich aber doch, namentlich bei den grösseren bräunlichen Krystallen.

Die Hornblende liefert vielfach durch Zersetzung chloritähnliche Dinge unter Wasseraufnahme und gleichzeitiger Abscheidung von Eisen- (auch Mangan-) Oxydaten, wie gallertartiger Kieselsäure, welch letztere in manchen Fällen indess weiter transportirt worden ist. Die Individuen sind in der Regel, mögen sie auch noch so klein ausgebildet sein, etwas in die Länge gezogen oder zum Theil von unregelmässig gelappter Form.

6. Glimmer.

Gelbliche, grünliche bis bräunliche, zum Theil stark Licht absorbirende Glimmerblättchen und Glimmerschuppen, sowie ausgebildete Krystalle mit den bekannten schülfrigen, eigenartig gezackten Kanten finden sich mannigfach und reichlich in den Gesteinen. Sie sind sämmtlich Biotit und zeigen, wenn die Schnittflächen schief, resp. rechtwinklig zur Spaltungsfläche geführt sind, starken Dichroismus (vorzugsweise einen Wechsel zwischen grünen und braunen Farbentönen). Neben dem Magnesiaglimmer kommt jedoch auch Kaliglimmer vor in farblosen, äusserst zart lamellirten, leistenförmigen Querschnitten von grosser Kleinheit. Vielleicht sind ähnliche, beim Quarz beschriebene Individualisationen zum Theil hierher zu stellen. Dunkle, sowie hellgrüne und braune, schwach polarisirende Blättchen findet man z. B. viel in der Adinole Nr. VI, graugrüne, hellgrüne, bräunliche Glimmer zahlreich im Kieselschiefer vom Hengstrücken. Sehr häufig sind die Individuen ungemein winzig und ist das bei starken Vergrösserungen (690—1000fach) in den Schliffen vielfach anzutreffende förmliche Netzwerk von hellgelben, hellgrünen oder bräunlichen Adern nicht unwahrscheinlich aus Glimmerblättchen zusammengesetzt.

Im Allgemeinen beständiger, zeigt der Glimmer doch auch hie und da Zersetzungserscheinungen, giebt so zur Bildung von chloritischen Mineralien, zur Abscheidung von Carbonat, Quarz und Brauneisen die Veranlassung. Diese Zersetzungserscheinungen lassen sich besonders gut im auffallenden Lichte beobachten.

Ob ein Theil dieses Glimmers wohl klastischen Ursprungs ist? Interessant sind nach dieser Richtung hin Stellen, wo einzelne, unzweifelhaft zu einander gehörende Theile grösserer Krystalle durch Kies von einander getrennt erscheinen (Kieselschiefer vom Hengst-

rücken), wo also doch unzweifelhaft, bevor vollständige Erstarrung durch die ganze Gesteinsmasse eingetreten war, bereits verfestigte Glimmerkrystalle vorhanden waren, die eben in Folge des Durcheinanderbewegens der noch nicht völlig erhärteten Gesteinselemente zerbrachen und durch die später erstarrten Gesteinsgemengtheile wieder mit einander verkittet wurden. Nicht selten sind grössere Glimmerlappen etc. durch später in das Gestein eingedrungene Gänge völlig auseinander gesprengt, so dass zu beiden Seiten des Ganges die scharf in einander passenden Theile jenes Glimmerindividuums liegen.

7. Augit.

Kommt sehr sparsam vor und ist nur wenig, dann aber sehr deutlich beobachtet worden (Wetzschiefer Nr. IV).

8. Chlorit,

der sich bei so feiner Zertheilung vielfach wohl nur sehr schwer von Magnesiaglimmer unterscheiden lassen wird, im Uebrigen in den Adinolen relativ häufiger vorkommt, als in den anderen Gesteinen, findet sich in den bekannten hellgrünen, schwach dichroitischen, Aggregatpolarisation zeigenden Körnern, Schuppen und Läppchen, und ist wohl stets als secundäres Mineral, als aus Hornblende resp. Glimmer entstanden aufzufassen. Bei diesem durch kohlensäurehaltige Wasser herbeigeführten Zersetzungsprocess bilden sich bekanntlich unter Abscheidung von Kieselsäure auch Carbonate, besonders Calcit. Im Einklang hiermit lässt sich überall, wo Chlorit anzutreffen ist, beim Behandeln mit Säuren etwas Kohlensäure an der betreffenden Stelle nachweisen, häufig auch die bei jenem Process abgeschiedene, meist opalartige Kieselsäure beobachten.

Die lebhaft grün gefärbten Adinolen und Wetzschiefer zeigen sämmtlich hellgelbe, fast bronzefarbene körnige Anhäufungen von eigenthümlich atlas- oder seidenartigem Schimmer, die bei gekreuzten Nicols stets Aggregatpolarisation ergeben. Sie werden durch kalte Salzsäure nicht zersetzt, durch KOH in der Kälte nur unmerklich geschwärzt, sind aber trotzdem ihrer Hauptmasse nach wohl als ein der Chloritgruppe angehörendes Mineral aufzufassen.

Mitunter gewahrt man mit Eisen- und Mangan-Oxydaten vergesellschaftete schmutzig grüne Dinge, welche fast den Eindruck von Serpentin machen und vermuthlich ebenfalls secundär durch Zersetzung von Glimmer oder Hornblende entstanden sind.

9. Feldspath.

Ein grosser Theil der in bedeutender Anzahl das Gestein durch-hwärmenden mattweissen, mikroskopischen Nädelchen und Kryställ-ten ist mit grosser Wahrscheinlichkeit Feldspath. Mit Sicherheit nd diese Dinge jedenfalls nicht zu bestimmen, zumal sie bei ihren inzigen Dimensionen auch nur schwache Polarisationserscheinungen fern. Man kann indess auch grössere Krystalle, sowohl von Ortho-as, wie von stellenweise deutlich gestreiftem Plagioklas beobachten, sonders schön in den Adinolen. Diese Streifung zeigt sich zuweilen gar an schmalen, winzigen Leistchen.

Auch die Feldspäthe sind zum Theil durch seitens kohlensäure-ltiger Wässer ausgeübte Zersetzungsprocesse verändert und lassen ch eine Kaolinisirung, ein Mattwerden (unter theilweiser Abscheidung ialartiger Kieselsäure) und hie und da eine Abscheidung von Eisen-yd wie Eisenhydroxyd auf den Capillarspalten deutlich beobachten.

10. Apatit (?).

Ein Theil der beim Feldspath erwähnten kleinen mattweissen ibchen und Nädelchen ist möglicher Weise Apatit.

Manche dieser stets sehr scharf geschnittenen Säulchen zeigen den Enden in Folge des Auftretens der Pyramiden Zuspitzungen, anche auch den für Apatit charakteristischen schwarzen Kern. harfe, grelle, hexagonale Querschnitte sind hingegen kaum beob-htet worden.

11. Sulfide. Carbonate.

Die *Sulfide* spielen keine wesentliche Rolle in den Gesteinen; an findet indess sowohl Eisenkies, wie Kupferkies, namentlich steren. Er zeigt in Folge späterer Zersetzungsprocesse häufig neben ner körnigen Structur unregelmässige Contouren, zuweilen Combi-tionen ähnlich wie der Magnetit und erscheint, wie dieser dunkel i durchfallenden, jedoch eigenthümlich gelb, flimmernd und glitzernd i auffallenden Lichte. Letztere Eigenthümlichkeit lässt ihn un-hwer von Kohlenstoff und Magnetit unterscheiden. Kupferkies-ättchen, die im durchfallenden Lichte gleichfalls grünschwarz bis hwarz erscheinen, sehen im auffallenden Lichte schmutzig grün-h, innerhalb mit helleren Stellen gemischt aus, was aber bei den inzigen Kryställchen kein sehr charakteristisches Merkmal abgiebt. r Schwefelkies liefert vorzugsweise Würfel, auch Dodekaëder- und

Pyritoëder-Durchschnitte etc. Zum Theil treten, wie bereits erwähnt, unregelmässig gelappte Dinge auf.

Die Verwitterung und Umwandlung ist deutlich zu beobachten und zeigen sich entweder völlige Pseudomorphosen von Brauneisen, Rotheisen, auch Eisenglanz nach Schwefelkies, oder es sind innerhalb der Krystalle noch unzersetzte Schwefelkiesreste zu erkennen. Die Krystalle werden bei dieser Oxydation vielfach rissig und lassen die Capillarspalten erkennen, von denen aus der Angriff auf die Krystallmasse erfolgte.

Man trifft die Schwefelkieskryställchen auch als Interpositionen in anderen Krystallen, namentlich in Sphärolithen an. Sie waren also schon verfestigt, als die Sphärolithmasse sie umschloss und gehören zu den ersten, aus der Gesteinsmasse abgeschiedenen Gemengtheilen. Stellenweise nimmt man zerbrochene Krystalle wahr, deren genau an einander passende Theile durch die Basis von einander getrennt sind.

Carbonate wird man, da kohlensäurehaltige Wässer in allen diesen Gesteinen stellenweise Zersetzungen anbahnten, zu Spuren wohl stets durch die mikroskopische nasse Probe erkennen, ein typischer, wesentlicher Bestandtheil sind sie indessen nicht. In sehr calcitreichen Adinolen und Wetzschiefern trifft man stellenweise vollständig mit Calciumcarbonat angefüllte Gänge an, die für die Art der Umwandlung dieser einst typischen Adinolen oder Wetzschiefer auf nassem Wege einen Fingerzeig abgeben. Mitunter haben die auf solchem Wege eindringenden, mit gelösten sauren Carbonaten erfüllten Solutionen die ganze Gesteinsmasse durchdrungen und ihr alsdann den früheren Charakter gänzlich benommen, so dass man in dahin gehörenden Schliffen kaum etwas Anderes, als Carbonate in zum Theil sehr feinkörniger Form vorfindet. Die mikroskopischen Bilder ähneln in solchen Fällen völlig denen des echten Culmkalks. Die einzelnen Carbonate, welche sich nun den analytischen Daten und Berechnungen zufolge in solchen veränderten Gesteinen vorfinden müssen, lassen sich, wie durch Beobachtung reinen Spatheisensteins, Bitterspaths und Manganspaths festgestellt wurde, unter dem Mikroskop kaum von einander unterscheiden. Dass dabei ein Spatheisenstein auf Spalten und Klüften Eisenhydroxyde wie Magnetit zeigen wird, ist selbstredend, ebenso ist der Manganspath erfüllt mit feinstem, vielleicht aus Manganoxydaten bestehendem bräunlichen Staube. Die ausgezeichnete polysynthetische Zwillings-

streifung des Calcits trifft man höchstens hie und da in Bitterspäthen an, bei den anderen Carbonaten tritt sie zurück oder zeigt sich doch in viel schwächerem Masse.

Der Calcit findet sich natürlich vorwiegend in den Adinolen I und II, sowie den Wetzschiefern II und VI. Er ist in Form kleinerer oder grösserer Gänge in das Gesteinsgewebe eingedrungen, oder hat theilweise letzteres gänzlich erfüllt und zersetzt, so Uebergänge in rein kalksteinähnliche Gebilde schaffend. Farblos, weisslich resp. schmutzig grau zeigt das Calciumcarbonat, wenn es in grösseren Krystallen (auf Gängen) vorkommt, die bekannte polysynthetische Zwillingsstreifung (Wetzschiefer von Lerbach), sowie, bedingt durch die ausgezeichnete Spaltbarkeit, grobe Risse. Bisweilen finden sich einzelne klare, scharf geschnittene und in den Farben des angelaufenen Stahls polarisirende Rhomboëder, auch wohl mehr oder weniger verzogene, zum Theil mit Eisenoxydkörnchen beladene sechsseitige Durchschnitte (Wetzschiefer von der Teufelsecke), oder endlich unregelmässig gelappte, von grossen Sprüngen durchzogene Massen. Andere Calcitmassen werden feinkörniger, so dass man die äusseren Formen nur unbestimmt, Spaltbarkeit und Streifung gar nicht beobachten kann. Diese feinkörnigen, sich durch das ganze Gestein hinziehenden und — wie eine 690 bis 1000fache Vergrösserung zeigt — mit unendlich viel schwarzen Körnchen, Stäbchen und Nädelchen, Flüssigkeitseinschlüssen, überhaupt Interpositionen erfüllten Massen zeigen bei gekreuzten Nicols Aggregatpolarisation und erscheinen alsdann gelblich bis bronzefarben von eigenthümlich seiden- resp. atlasartigem Schimmer, dem sehr ähnlich, was pag. 84 als Chlorit beschrieben wurde. Allerdings tritt alsdann der Farbengegensatz zwischen Calcit und Chlorit doch im gewöhnlichen Lichte deutlich genug hervor.

In den carbonatreichen Adinolen und Wetzschiefern lässt sich wieder genau beobachten, wie bei jenem Zersetzungsprocess Kieselsäure abgeschieden ist und zwar zumeist in opalartiger Form resp. als Hydrophan, im auffallenden Lichte gelblichweiss erscheinend und imbibitionsfähig. Hinsichtlich des Mangancarbonats (auf welches man vermuthlich schliessen darf, wenn stark mit braunem Staub erfüllte carbonatähnliche Dinge vorliegen), dürften ganz die nämlichen Ausführungen zu machen sein, wie das bezüglich des Calcits geschehen ist.

b) Kohle. Organische Substanz.

Ob der Kohlenstoff nur als solcher, oder in Form organischer Substanz vorkommt, lässt sich wohl kaum entscheiden. Man findet völlig schwarze, impellucide Blättchen und Schüppchen von ganz unregelmässiger Form und Gruppirung, sodann aber auch einen ungemein feinen, bräunlichen, wolkenartigen Staub vor, der fast die sämmtlichen Gesteine durchschwärmt, sich in den im Allgemeinen hellere Bilder gebenden Adinolen und Wetzschiefern natürlicher Weise besser beobachten lässt, als in den Kieselschiefern und durch stärkere Anhäufung gleichfalls schwarze, fast völlig impellucide Gebilde liefert, die nur an den äussersten Kanten bräunlich durchscheinend sind.

c) Die Basis.

Sämmtlichen Gesteinen ist eine deutliche isotrope Basis zu eigen; dieselbe waltet meistens sehr vor, erscheint bei gewöhnlichem Licht, eine erforderliche, gleiche Dünne der Präparate vorausgesetzt, farblos, mit einem Stich ins Gelbe oder Bräunliche und giebt unter Anwendung polarisirten Lichtes bei gekreuzten Nicols das Maximum an Dunkelheit, bei parallelen Nicols das an Helligkeit. Sie ist selbst bei 1000facher Vergrösserung nicht weiter aufzulösen und dient gewissermassen als Träger der sämmtlichen krystallinischen und kryptokrystallinischen Ausscheidungen. Beim Imbibiren mit wässriger Fuchsinlösung wird sie nicht im Geringsten roth gefärbt, es sei denn, dass Hydrophanpartikelchen in ihr eingebettet wären.

Das Bild dieser Basis bleibt bei gekreuzten Nicols und gedrehtem Objecttisch durchweg in jeder Lage dunkel und sind einzelne darin hervortretende lichte Pünktchen, Flitterchen, Körnchen etc. auf bereits etwas höher entwickelte Mineralpartikelchen, wohl von Quarz zurückzuführen. Polarisiren die letzteren auch nicht gerade deutlich, so erzeugen sie immerhin schon einen bemerkbaren Lichteffect. Möglicher Weise können sich auch in der Basis selbst hie und da Elasticitätsdifferenzen entwickelt haben, in Folge besonderer Structurverhältnisse, und zeigen sich demgemäss auch in der eigentlichen Basis Sprünge, längs deren bei gekreuzten Nicols eine matte Helligkeit eintritt.

Die Basis birgt, ganz abgesehen von den bislang beschriebenen Elementen, eine ungeheuere Anzahl von Interpositionen der verschiedensten Form, meist aber ungemein klein und winzig, so zwar,

dass sie sich zum grösseren Theile erst bei den stärksten Vergrösserungen mit einem Immersionssystem erkennen und beobachten lassen. Es gehören dahin zuvörderst helle rundliche, eiförmige, elliptische, nierenförmige, mannigfach verzogene farblose bis gelbliche Gebilde, welche bald mit schmalem, bald mit stärkerem schwarzen Rand versehen sind und ersteren Falls wohl meist als im Anfang der Individualisation stehende Quarztheilchen aufzufassen sind, die stellenweise durch Eisenstaub resp. organischen Staub gelblich bis bräunlich erscheinen und vielfach regelmässig, perlschnurartig an einander gereiht sind. Anderen Falls, also bei stärkerem schwarzen Rand, bestehen jene Interpositionen zum Theil vermuthlich aus Flüssigkeitseinschlüssen, wiewohl mobile Libellen nur sehr selten zu beobachten sind. Auch diese sind bisweilen regelmässig in Reihen angeordnet, meist aber, was auch von den Interpositionen ersterer Art gilt, unregelmässig in der ganzen Gesteinsmasse vertheilt. Die Anzahl dieser Einschlüsse ist eine erstaunlich grosse und treten beim Drehen der Mikrometerschraube deren stets neue in das Gesichtsfeld. Weiter liegen schwarze impellucide Körnchen, rundliche, eckige Schüppchen in der Basis ausgebreitet, die, hie und da mit einem weissen Rand (Quarz?) umgeben, zum Theil wohl als Kohlenstoffblättchen, Magneteisen, Schwefelkies etc. anzusehen sind. Ferner finden sich weisse, mitunter schwach polarisirende, sowie schwarze impellucide gerade oder gekrümmte Fäserchen, Stäbchen und Säulchen. Bei irgend beträchtlicher Grösse lassen die letzteren innen wohl einen lichten Kern erkennen. Die Anzahl auch dieser Art von Interpositionen ist ungemein gross; ihre Natur lässt sich wegen der überaus winzigen Dimensionen jedoch gleichfalls nicht feststellen.

Mit grosser Wahrscheinlichkeit aber stehen sie ihrer chemischen Beschaffenheit nach in enger Beziehung zu den grösseren krystallinischen Ausscheidungen, so dass man sie als Krystallite oder Kryställchen von Quarz, Feldspath u. s. w. deuten könnte.

Neben diesen theilweise so undeutlich ausgebildeten, unbestimmbaren Interpositionen breitet sich durch die ganze Basis hindurch ein förmliches Netzwerk einer farblosen bis hellgelben Substanz aus. Innig von der Basis umfasst und umbettet ist auch ihr optischer Effect nicht recht festzustellen, nur stellenweise zu beobachten, dass polarisirtes Licht in höherem Masse darauf reagirt, als auf die einfach brechende Basis. — Wir nahmen früher bereits an, dass diese vielfach verästelten Gebilde aus Quarz beständen, der theilweise mit

Eisenstaub resp. organischem Staub erfüllt sei, oder aus Glimmerblättchen.

Der organische Staub häuft sich bisweilen so dicht zusammen, dass er die Basis bräunlich bis schwärzlich färbt; er findet sich hie und da auch in den grösseren krystallinischen Ausscheidungen, vielfach auch, wie das bereits angeführt wurde, in den Sphärolithen der Kieselschiefer, die alsdann im durchfallenden Lichte bräunlich, im auffallenden Lichte mattbräunlich resp. bläulichweiss aussehen und letzteren Falls ausser jenem Staub wohl noch andere Interpositionen enthalten. Beiläufig erwähnt, versuchte man auch in einigen sehr dunkele Bilder gebenden Kieselschieferpräparaten den Kohlenstoff möglichst zu verbrennen, um derart klarere, der Beobachtung günstigere Schliffe zu erhalten. Diese Operation mit Hülfe von Ammoniumnitrat auszuführen, wie es Umlauft (Beiträge zur Kenntniss der Thonschiefer, Inauguraldissertation pag. 19 und 20, Separatabdruck aus dem Jahrbuch des Vereins Lotos in Prag) vorschlägt, ist fast etwas gefährlich, da die Reaction immerhin noch eine so energische ist; dass zarte Schliffe leicht zerbrechen. Vorstehenden Falles wurde der Zweck vollständig dadurch erreicht, dass man den Schliff vom Deckglase entfernte, in ein Platinschälchen übertrug, den Boden des letzteren stark erhitzte und ausserdem noch von oben eine reine Oxydationsflamme auf den Schliff leitete. Im Sauerstoffstrom geglüht würde der Zweck noch leichter und vollständiger erreicht worden sein. —

Mit Heranziehung der analytischen Daten lässt sich vermuthen, dass die Basis zum bei Weitem grössten Theile in kochender Sodalösung unlösliche (amorphe) Kieselsäure enthalten wird.

Bei der grossen Reihe von krystallinischen Elementen, besonders auch von durch Säuren (HCl, H^2SO^4) zersetzbaren, wie unzersetzbaren Silicaten, die man mikroskopisch beobachten kann, bei dem so sehr hohen Kieselsäuregehalt, welchen man auf dem Wege der Analyse fand, bei der geringen Menge endlich, in welcher sich den chemischen Versuchen zufolge lösliche Kieselsäure überhaupt in den Gesteinen vorfindet, kann obiger Schluss nicht weiter auffällig erscheinen.

Es fragt sich nur — und es ist das eine sehr wichtige, bereits häufiger ventilirte, schwer zu entscheidende Frage, die Zirkel gelegentlich der Untersuchung von Thonschiefern offen liess (Mikrosk. Beschaffenheit der Mineralien und Gesteine pag. 493), die ferner

z. B. LOSSEN bei seiner Untersuchung von Adinolpräparaten u. s. w. (Ztsch. d. dtsch. geol. Ges. Bd. XXIV [1872], pag. 746) stellt:

Hat man diesen Falls in der Basis ein Silicat resp. Silicatgemenge vor sich, selbstredend amorph porodiner Natur, welches, sehr reich an Kieselsäure, vielleicht gar nicht nach stöchiometrischen Verhältnissen zusammengesetzt, selbst nach vollendetem Verfestigungsact noch amorph ist und innerhalb dessen sich unter besonderen Umständen jene Reihe von krystallinischen resp. kryptokrystallinischen Elementen abschied und individualisirte, oder aber besteht die ganze Masse der Basis nur aus amorpher, unlöslicher Kieselsäure? Diese Kieselsäure müsste diesen Falls völlig unlöslich sein, da mehrfache auch an den Dünnschliffen angestellte Versuche evident zeigten, dass selbst nach langstündigem Digeriren mit heissem Kaliumhydroxyd die Basis in keiner Weise angegriffen war.

Im Grunde genommen bietet überhaupt die zu zweit angeführte Anschauung über die chemische Constitution der Basis so gar Auffallendes nicht in sich, ist vielmehr mit Berücksichtigung der von VOGELSANG entwickelten Ideen über den Krystallisationsact aus Grundmassen eine einfache auch auf die sogen. unlösliche Kieselsäure ausgedehnte Consequenz.

Warum soll eine in kochender Sodalösung unlösliche Kieselsäure, welche unter Umständen je nach der Stufe der Individualisation: Körnchen, Nieren, Läppchen etc., also noch sehr wenig individualisirte Gebilde, weiter aber Concretionen, Sphärolithe, also schon höher entwickelte Formen, endlich aber schön und vollkommen ausgebildete hexagonale Krystalle (Quarz) liefert, nicht auch auf der anderen Seite so zu sagen eine Anfangsstufe haben, in der sie Unbestimmbares, undeutlich Ausgebildetes liefert, sich wie ein amorpher Körper verhält und demgemäss auch in optischer Hinsicht reagirt?

Vorstehend abgehandelte Gemengtheile findet man nun sämmtlich sowohl in den Präparaten der Kieselschiefer, wie in denen der Adinolen und Wetzschiefer vor, mit der Einschränkung, dass jene weit mehr Kohlenstoff enthalten, sei es nun als solchen, sei es in Form organischer Substanz, als die letzteren beiden Gesteinsarten, und dass jene sphärolithführend sind, die Adinolen und Wetzschiefer aber nicht.

Die mikroskopischen Bilder der Kieselschiefer sind durchweg

dunkler, ihre Basis ist in höherem Masse mit schwarzen Nädelchen und Stäbchen, sowie organischem Staub erfüllt, als die der anderen Gesteine, ferner — übereinstimmend mit den auf analytischem Wege gewonnenen Daten — die Summe der krystallinischen Ausscheidungen in den ersteren kleiner, als in den letzteren. Die Adinolen enthalten im Allgemeinen eine grössere Anzahl lebhaft polarisirender, grösserer Quarzkrystalle und besser, schöner entwickelte Feldspäthe, als die Kieselschiefer und Wetzschiefer, sonst aber ergeben, wenigstens soweit unsere Beobachtungen reichen, die Präparate der Adinolen, verglichen mit denen der Wetzschiefer, keine charakteristischen Unterschiede. — Das nach Verbrennung des Kohlenstoffs in den Kieselschieferpräparaten sich zeigende Bild bietet zu dem eines Adinol- resp. Wetzschiefer-Dünnschliffs jedenfalls eine grosse Analogie dar, selbstverständlich gehen neben der Oxydation des Kohlenstoffs aber noch andere Oxydations- und eventuelle Zersetzungs-Processe der übrigen Gemengtheile vor sich.

Im Uebrigen ist die Uebereinstimmung der auf mikroskopischem Wege gewonnenen Anschauungen mit den Resultaten des chemischen Calcüls eine recht befriedigende, so in die Augen fallende, dass nicht näher darauf eingegangen zu werden braucht.

II. Mikrostructur der Gesteine.

In der homogenen, structurlosen Basis sind die ganz unvollkommenen, sowie die vollkommener individualisirten Gebilde theils regellos, theils in gewissen regelmässigen Beziehungen nach bestimmten Ebenen und Linien angeordnet.

So findet man, und das Alles wohl in Folge ähnlicher Druck- und Spannungsverhältnisse, die säulenförmigen Gestalten vielfach mit parallel liegender Längsachse angeordnet, welcher Parallelismus allerdings zum grossen Theil auch eine ledigliche. Folge der Schichtung sein mag, so sind häufig die Hauptäste der früher erwähnten, netzartig sich durch die ganze Masse verbreitenden Aggregate annähernd parallel, so verlaufen ganze Reihen anderer Ausscheidungen (z. B. auch die Mangan-, theilweise auch die Eisen-Hydroxyde der Adinolen und Wetzschiefer) unter sich parallel, vollführen Biegungen und Knickungen in demselben Sinne, so sind die unvollkommen gestalteten Gebilde der Basis häufig perlschnurartig, die Sphärolithe

der Kieselschiefer vielfach zu parallelen Reihen angeordnet, was sich bereits erkennen lässt, wenn man die Kieselschiefer-Schliffe gegen das Licht hält.

So liegen aber auch andere Krystalle wieder regellos verstreut durch die übrige Masse und haben endlich grössere Concretionen etc. — namentlich gilt das von den Sphärolithen der Kieselschiefer — förmliche Attractionscentra für die in ihrer Nähe befindlichen kleineren Massen und Krystalle abgegeben und sich mit einem Kranze oder Hofe von winzigen Kryställchen, dichter zusammengehäuftem organischem Staub resp. leichten Kohlenstoffblättchen etc. umhüllt. Man gewinnt auf diese Weise an manchen Stellen unserer Schliffe vollständig das Bild einer für eruptive Gesteine charakteristischen Fluidalstructur. Jedoch erhalten diese Bilder dadurch wieder etwas Regelmässiges, dass, wie erwähnt, jene Sphärolithe vielfach zu parallelen Reihen angeordnet sind, eine Regelmässigkeit, welche man allerdings bekanntlich ebensowohl auch in eruptiven Gesteinen, so unter Anderem bei den in den Obsidianen der liparischen Inseln auftretenden Spärolithen beobachten kann.

Gänge, die im Uebrigen vielfach schon mit blossem Auge zu beobachten sind, und deren desshalb bereits gelegentlich der makroskopischen Untersuchung gedacht wurde, finden sich in all diesen Kieselschiefern, Adinolen und Wetzschiefern; sie enthalten amorphe Basis von ganz dem nämlichen Aussehen und demselben optischen Effect, wie die Basis des eigentlichen Gesteins, sodann Feldspath- und vorwiegend Quarz-Mikrolithe, zuweilen deutliche, schön gestreifte Feldspäthe und schön polarisirenden Quarz (besonders die Teufelsecker-Adinole), ferner Eisen- wie Mangan-Hydroxyde, Hornblendenädelchen, Glimmerschüppchen etc., endlich auch Calcit, der meist grobkrystallinisch, die prächtigste polysynthetische Zwillingsstreifung zeigt (Lerbacher Wetzschiefer).

In den Kieselschiefern enthalten die Gänge nur äusserst sparsam Carbonate, im Einklang hiermit trifft man auf solchem Wege veränderte Kieselschiefer, überhaupt Uebergänge von Kieselschiefern in kalksteinähnliche Gebilde hier am Oberharz wenigstens nicht an. Stets setzen (z. B. bei Lautenthal) die oberdevonischen Kalke scharf gegen den Kieselschiefer ab, höchstens getrennt davon durch dünne Schichten zersetzten Schiefers. Ebensowenig enthalten die Kieselschiefer Einlagerungen von (Culm-) Kalken, die sich andererseits stellenweise direct über die Adinolen und Wetzschiefer legen; letz-

tere zeigen überhaupt hie und da völlige Uebergänge nach kalkigen Gesteinen hin.

Oben erwähnte Gänge, oder besser gesagt (der Kleinheit wegen) Trümmer, sind unter Zugrundelegung des zuerst durch C. Lossen festgestellten Unterschiedes (Ztsch. d. dtsch. geol. Ges. 1875, Bd. XXVII, pag. 255) theils Secundär- theils Primärtrümmer; es drangen also entweder erst nach der Verfestigung der Gesteine resp. nachdem dieselbe nahezu vollendet war, heisse Solutionen resp. eruptive Materialien ein, oder es entstanden während der Verfestigung der Gesteine in Folge der Abnahme des Wassergehalts u. s. w. Spalten, Klüfte, die sich anfüllten mit einem Theile des noch verfestigten, sondern noch in einer gewissen Bewegung verharrenden Gesteinsmaterials und zwar, weil nicht ganz unter den nämlichen Umständen bei theilweise anderer Individualisation. (Besonders gern concentrirten sich in diesen Klüften Eisen- und Mangan-Hydroxyde.)

Im grossen Ganzen lassen sich in den sämmtlichen Präparaten folgende Theile unterscheiden:

1) Die farblose bis gelbliche und bräunliche structurlose Basis,

2) farblose oder schwach gelbliche, winzige, meist dunkel umrandete Pünktchen, Körnchen, Läppchen etc., die bei stärkerem schwarzen Rand wohl zum Theil als Flüssigkeitseinschlüsse zu deuten sind,

3) impellucide, schwarze Körnchen und Läppchen, stellenweise mit lichtem Hof umgeben,

4) kleine schwarze Stäbchen und Säulchen,

5) kleine weisse Stäbchen und Säulchen,

6) vollkommnere Individualisationen von Quarz: grössere Lappen, Keilchen etc., Concretionen, Sphärolithe, Krystalldurchschnitte,

7) gelblich- bis bräunlichschwarze Lappen von Eisen- und Mangan-Hydroxyden,

8) Schwefelkies (Kupferkies),

9) Hydrophan (Cacholong),

10) die übrigen deutlicheren krystallinischen Ausscheidungen, als: Hornblende, Glimmer, Feldspath, Kalkspath, Chlorit (Apatit, Augit).

11) Das mattweisse resp. hellgelbe oder hellgrüne Netzwerk von gewundener, lamellarer Structur, vermuthlich bestehend aus Glimmerblättchen oder Quarzpartikeln, die stellenweise mit Eisenstaub erfüllt sind.

Welcher von diesen Bestandtheilen nun, abgesehen von der Basis und den kryptokrystallinischen Dingen, krystallinischer, welcher eventuell klastischer Natur ist, lässt sich durch das Mikroskop nur sehr schwer entscheiden. Es ist überhaupt eine grosse Frage, ob wirklich klastische Elemente vorhanden sind. Ebensoschwer lässt sich mit Zuhülfenahme des Mikroskops die allerdings auch gleichgültigere Frage beantworten, welche von den Bestandtheilen man den accessorischen und welche den wesentlichen zurechnen soll. Dieses um so mehr, als zwischen jenen beiden Begriffen sich eine scharfe Grenze kaum ziehen lässt. Mit verhältnissmässiger Sicherheit wird man nur die Sulfide, also vor Allem den Schwefelkies den accessorischen Bestandtheilen zuzählen dürfen.

Ebensowenig, wie hinsichtlich der Natur der Gemengtheile, unterscheiden sich Adinolen und Wetzschiefer bezüglich der Mikrostructur in merklicher Weise von einander, während die Kieselschiefer mitunter die durch den Sphärolithgehalt herbeigeführten, weiter oben bereits kurz geschilderten Structurregelmässigkeiten erkennen lassen. Hiervon jedoch und von dem grösseren Gehalt an verschieden angeordneten Kohlenstoffblättchen (die in oben geschilderter Weise durch Oxydation entfernt werden können) etc. abgesehen, bieten die Mikrostructurverhältnisse aller dieser Gesteinsarten die grössten Analogien zu einander dar.

Lebenslauf.

Ich, Heinrich Martin Franz Wunderlich, lutherischer Confession, bin am 17. Januar 1854 zu Gittelde im Herzogthum Braunschweig geboren, wo mein Vater Lehrer war. Den ersten Unterricht genoss ich in Schöningen (Herzogthum Braunschweig), wohin man den Vater versetzt hatte, besuchte von Ostern 1866 an das Gymnasium zu Helmstedt, ging, nach Prima versetzt, von dort zu Ostern 1871 ab und studirte an der Bergakademie zu Clausthal Berg- und Hüttenfach, bestand daselbst am 10. April 1875 das Examen, hörte im Sommer und Winter des betreffenden Jahres in Berlin an der dortigen Bergakademie und Universität einige Vorlesungen und bin seit dem 20. April 1876 an der königlichen Bergakademie zu Clausthal angestellt als Assistent des Professors Dr. Hampe am chemischen Laboratorium, indem mir gleichzeitig die Vorlesung über chemische Technologie anvertraut worden ist. Von Ostern ab hat mir das königliche Oberbergamt unter Aufgabe der chemischen Assistenz die Vertretung hüttenmännischer Fächer an der Bergschule, sowie die Ordnung und Ueberwachung der akademischen mineralogischen und geognostischen Sammlungen übertragen.



